

Antti Tolonen

Passiivitalon ja normitalon energiatehokkuuden vertailu

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kevät 2013



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekijä Antti Tolonen	
Työn nimi Passiivitalon ja normitalon energiatehokkuuden vertailu	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tuotantotekniikka	Ohjaaja Matti Tiainen
	Toimeksiantaja Kodintaito Oy
Aika Kevät 2013	Sivumäärä ja liitteet 45+27
<p>Euroopassa rakentamista koskevat määräykset tiukentuvat kaiken aikaa ja rakenteiden ja laitteiden tulee tulevaisuudessa olla yhä energiatehokkaampia. Muutamassa vuodessa rakennusten ulkovaippojen U-arvot ovat pienentyneet merkittävästi uusien eristeiden tultua markkinoille. Pientalojen energiatehokkuutta parantamalla voidaan vähentää päästöjen määrää sekä saada rahallisesti selvää säästöä aikaan. Kysyntää energiatehokkaille rakennuksille löytyy muun muassa rajun energian hinnan nousun sekä ilmastonmuutoksen nopeutumisen seurauksena.</p> <p>Opinnäytetyössä vertailtiin passiivirakenteisen pientalon ja normirakenteisen pientalon energiankulutusta. Molemmista kohteista laskettiin viime kesänä uudisrakennuksille pakolliseksi tullut E-luku, joka ilmaisee rakennuksen laskennallisen kokonaisenergian tarpeen. Työssä tarkasteltava passiivitalo valmistuu keväällä 2013. Verrattava normitalo on kuvitteellinen normitalon kriteerit täyttävä talo, jonka oletetaan olevan muodoltaan ja kooltaan identtinen olemassa olevan passiivitalon kanssa. Näin saatiin todellista vertailuarvoa niin energiatehokkuutta kuin kustannuksiakin tarkastellessa.</p> <p>Tulokset olivat oletuksen mukaisia, sillä talojen energiatodistuksissa oli havaittavissa suuria eroja. Passiivirakenteinen talo pääsi E-lukulaskelmassa B-luokkaan energialuvulla 118. Kuvitteellinen normitalo pääsi C-luokkaan energialuvulla 184. Tulosten perusteella passiivirakenteilla ja energiatehokkailla laitteilla toteutettu talo säästää vuosittain kymmeniä prosentteja energiaa ja näin kuormittaa vähemmän ympäristöä.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Passiivitalo, normitalo, energiankulutus, E-luku
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author Antti Tolonen	
Title Energy Efficiency Comparison between Passive House and Standard House	
Optional Professional Studies Production Technology	Instructor Matti Tiainen
	Commissioned by Kodintaito Oy
Date Spring 2013	Total Number of Pages and Appendices 45+27
<p>This thesis will help to show how profitable an energy-efficient building actually is. Nowadays people are interested in energy efficiency because the price of energy keeps rising and climate change will continue getting worse. The thesis looks at the future prospects, as well as energy saving solutions. Small solutions can save in energy costs a large amount of money and the environment each year. Because of the current building regulations the houses are really tight and it is very important that people are aware of the correct construction techniques to make houses operative.</p> <p>The main purpose of this thesis was to compare the energy efficiency between two houses which are exactly the same size and shape. Only the structures, ventilation and heating systems are different. The passive house is located in Kajaani, Kätönlähti and the construction was started last autumn 2012 and will be completed in the spring 2013. The other house is imaginary and was built using the standard structures. This imaginary standard-structured house is assumed to be located exactly in the same place as the passive house.</p> <p>The new Primary Energy Factor (=PEF) came into force in summer 2012 and was calculated for both the houses and the difference seems to be considerable, just as expected. The passive house got the PEF 118 and it ranks in the B-grade. The imaginary standard-structured house got the PEF 184 and it ranks in the C-grade. The energy-saving rate of the energy-efficient house compared to the standard-structured house is tens of per cents annually.</p>	
Language of Thesis Finnish	
Keywords	standard-structured house, passive house, energy efficiency, Primary Energy Factor
Deposited at	<input type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	2
2 PASSIIVITALO	3
2.1 Passiivitalo	3
2.2 Passiivitalon kriteerit	5
2.2.1 Kansainvälinen passiivitalo	6
2.2.2 Suomalainen passiivitalo	7
3 NORMITALO	11
3.1 Normitalo	11
3.2 Normitalon kriteerit	11
4 ENERGIANKULUTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	13
4.1 Lainsäädäntö ja energiasopimukset	14
4.1.1 Näkökohtia tulevaisuudesta	14
4.1.2 Energiatehokkuusluku, ET-luku	14
4.1.3 E-luku	15
4.1.4 Euroopan unionin ilmasto- ja energiasopimus	17
4.2 Asuinrakennuksen energiankulutus	17
4.2.1 Lämmönkulutus	20
4.2.2 Sähkönkulutus	20
4.2.3 Vedenkulutus	21
4.3 Energiakustannuksiin vaikuttavat tekijät	21
4.3.1 Rakenne, eristys ja kylmäsilat	21
4.3.2 Ikkunat ja ulko-ovet	23
4.3.3 Lämmitysjärjestelmät	23
5 TARKASTELTAVAT KOHTEET	30
5.1 Passiivitalo	32
5.1.1 Yläpohja	33
5.1.2 Ulkoseinä	34
5.1.3 Alapohja	35
5.1.4 Ovet ja ikkunat	35
5.2 Normitalo	36

5.2.1 Yläpohja	37
5.2.2 Ulkoseinä	38
5.2.3 Alapohja	39
5.2.4 Ovet ja ikkunat	39
6 ENERGIANKULUTUKSEN VERTAILU JA ANALYSOINTI	40
LÄHTEET	41
LIITTEET	

KÄSITTEIDEN SELVITYS

Ilmatiiveys q50-luku	Rakennuksen ilmanvuotoluku ilmaisee kuinka monta kertaa rakennuksen ilmatilavuus vaihtuu tunnissa vuotokohtien kautta, kun sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero on 50 Pascalia. [26]
Lämmönjohtavuus λ	Kuvaa miten paljon jokin materiaali johtaa lämpöä. Mitä suurempi lambda-arvo on, sitä paremmin kyseinen materiaali johtaa lämpöä.
Lämmöntalteenotto, LTO	Ilmanvaihtokoneen osana olevaa lämmöntalteenottolaitetta, joka ottaa talosta poistuvasta ilmasta lämpöä talteen ja hyödyntää sitä tuloilman lämmityksessä. [26]
Matalaenergiatalo	Lämmitysenergian tarve 40–60 kWh/brm ²
Normitalo	Lämmitysenergian tarve 100–120 kWh/brm ²
Passiivitalo	Lämmitysenergian tarve 20–30 kWh/brm ²
Primäärienergia	Jalostamatonta luonnon energiaa mitattuna siinä muodossa kuin se on ennen muunnosprosessia. [26]
Rakennuksen vaippa	Rakennusosat, jotka erottavat rakennuksen lämmöneristetyt tilat ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömästä tilasta [24]
U-arvo	Lämmönläpäisykerroin kuvaa rakenteiden eli seinien, ala- ja yläpohjan sekä ikkunoiden ja ovien lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi rakenteen U-arvo on, sitä parempi lämmöneristävyyttä sillä on. [26]

1 JOHDANTO

Passiivitalo-käsite on monelle vielä suhteellisen tuntematon. Yleisesti luullaan, että passiivitalon rakennuskustannukset nousevat moninkertaisiksi normitaloon verrattuna, vaikka näin ei todellisuudessa ole. Nykyristeitä käytettäessä passiivitalo voidaan toteuttaa lähes samoilla seinäpaksuuksilla ja kustannuksilla kuin normitalo. Passiivitalosta puhuttaessa usein myös homeongelmat nousevat esiin ulkovaipan tiiveyden vuoksi. Puheet hometaloista perustuvat lähinnä taloihin, joiden rakenteet ovat rakennusteknisesti väärin toteutettuja, eivätkä toimi kuten niiden kuuluisi. Passiivitalo on hyvin suunniteltuna ja oikein tehtynä turvallinen ja energiaa säästävä sijoitus. Passiivitalon lämmitystarve on vain 25–30 % tyypillisen suomalaisen normitalon kulutukseen verrattuna.

Opinnäytetyön idea syntyi Kodintaito Oy:n toimesta. Kodintaito Oy on suuntautunut matalaenergiarakentamiseen, joka on uusien lakimuutosten myötä yleistynyt ilmiö Suomessa ja maailmalla. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Kodintaito Oy:n rakentaman passiivitalon vuotuinen energiankulutus ja verrata sitä normirakenteiseen taloon.

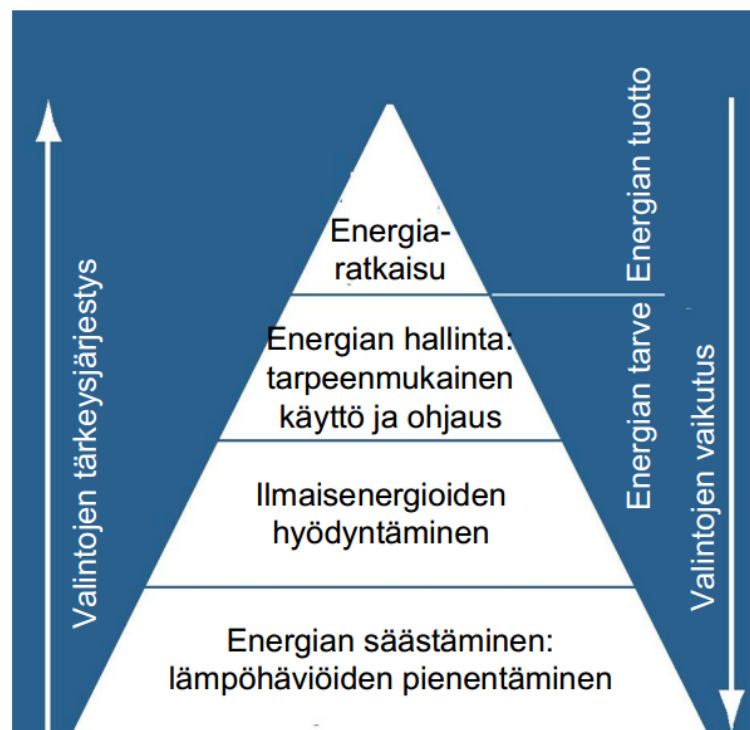
Opinnäytetyössä tarkastellaan passiivitalon ja normitalon määräyksiä ja kriteereitä sekä perehdytään energiankulutukseen vaikuttaviin tekijöihin. Informaatioarvon kannalta tärkeimpänä asiana työssä ovat uuden energialain mukaiset E-luku-laskelmat, joita Kodintaito Oy voi käyttää hyväksi markkinoidessaan energiatehokkaita talojaan. Energialukulaskelmasta käy ilmi muun muassa rakennuksen vuosittainen energiankulutus, josta erotellaan tilojen lämmitykseen, käyttöveden lämmitykseen sekä sähkölaitteisiin kulunut ostoenergiämäärä.

2 PASSIIVITALO

2.1 Passiivitalo

Passiivitalo on rakennus, jonka energiankulutus on huomattavasti normitaloa pienempi. Energiatehokkuus saadaan aikaan perusteellisella suunnittelulla, jossa tulee huomioida rakenteiden rakennustekninen toimivuus sekä vaipan tiiveys ja eristävyys. Passiivitaloissa keskitytään kokonaisuuden hallintaan sekä olemassa olevien testattujen eri teknologian muotojen hyödyntämiseen. Passiivitalojen keskeisenä teemana on tilojen lämmitykseen vaaditun energiatarpeen minimointi, jonka vuoksi perinteiset lämmönjakotavat on mahdollista korvata muilla edullisemmilla ratkaisuilla. Passiivitalon kriteerit täyttävä talo voidaan periaatteessa rakentaa mistä materiaalista tahansa, kunhan rakenteista tulee toimivia ja riittävän energiatehokkaita. Rakennustekniikkaa voidaan myös soveltaa oman hankkeen tarpeiden mukaan. Kuvassa 1 on esitetty energiantarvetta pienentäviä suunnitteluvaiheen ratkaisuja.

[1.]



Kuva 1. Energiantarvetta pienentäviä suunnitteluratkaisuja. [3]

Passiivitalon määritelmässä tarkastellaan talon sisätilojen lämmitysenergiantarvetta. Määritelmässä ei huomioida lämmitysjärjestelmän ominaisuuksia, vaikka lämmitysjärjestelmällä on suora vaikutus kustannuksiin sekä E-lukuun, joissa passiivitalon tulisi olla muita perinteisiä talotyyppiejä edellä. Passiivitalon vähäinen energiantarve saadaan aikaiseksi ulkovaipan ominaisuuksien avulla sekä ilmanvaihdon tehokkaalla lämmön talteenotolla, jonka vuosihyötysuhteen tulisi olla pientaloissa vähintään 75 %. Tyypillisinä passiivitalon ratkaisuuksina voidaan pitää ulkovaipan ilmatiiveyttä sekä tehostettua eristävyyttä ikkunoissa, ovissa ja koko rakennuksen vaipassa. Passiivitalojen lämmitykseen kuluva energia suurin osa voidaan kattaa ns. ilmaisenergioilla eli sisäisillä lämpökuormilla, kuten varaavilla massoilla, laitteilla, ihmisistä peräisin olevalla lämmöllä ja passiivisella aurinkoenergialla. Vähäisestä lämmitystarpeesta huolimatta passiivitalo tarvitsee oman lämmitysjärjestelmän. Lämmitysjärjestelmää valittaessa on suositeltavaa perehtyä huolellisesti eri vaihtoehtoihin, jotta talolle saadaan asianmukainen ja kustannusten puolesta edullisin lämmitysjärjestelmä. [2, s. 11–12.]

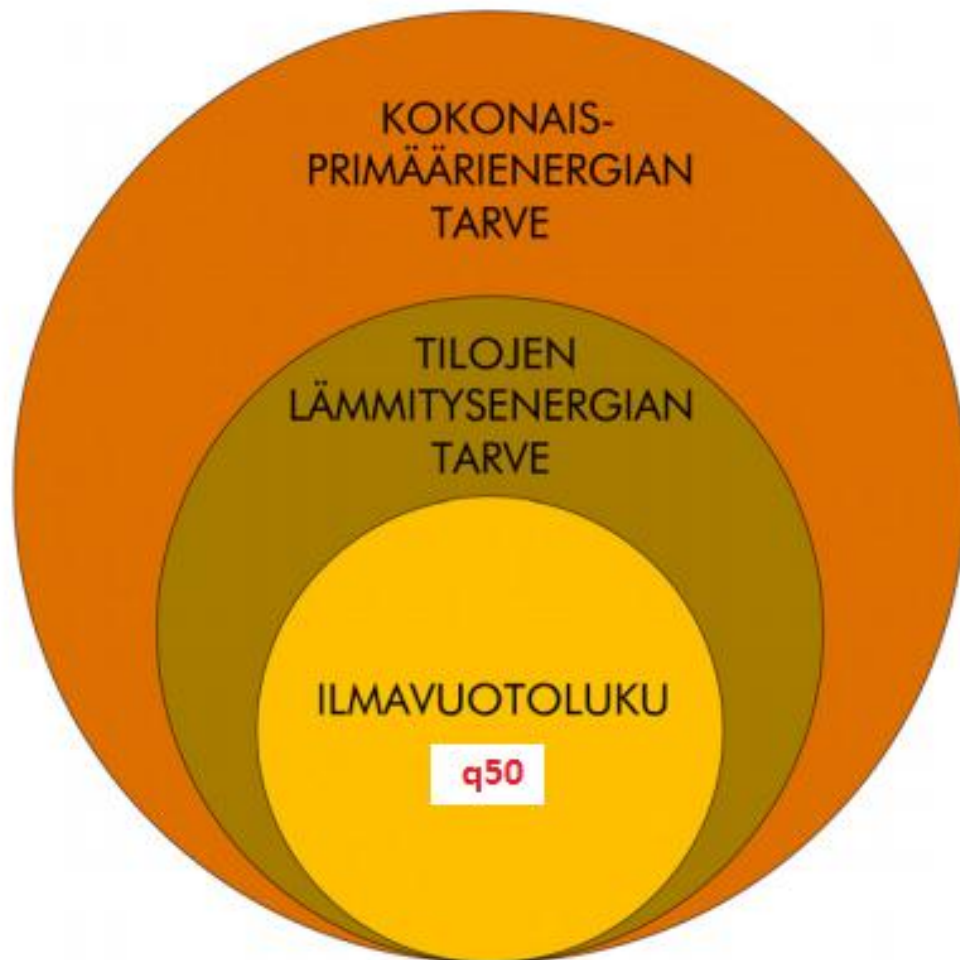
Historiaa

Passiivitalo-sana tulee käännöksenä saksankielisestä termistä Passivhaus. Passiivitalo-nimellä ei ole suojausta eikä rekisteröintiä, ja tämän ansiosta passiivitalo on saanut useita erilaisia määritelmiä. Esimerkiksi Keski-Euroopassa käytetään saksalaisen Passivhaus-instituutin käyttöön vakiinnuttamaa passiivitalomääritelmää. Etelä-Eurooppaan sekä Euroopan pohjoisimpiin osiin, Ruotsiin, Norjaan ja Suomeen on puolestaan muodostettu omat passiivitalomääritykset, joissa on otettu niille ominaiset olosuhteet huomioon. [2, s. 2.]

Ensimmäinen passiivitalo valmistui Saksan Darmstadtin vuonna 1994 Wolfgang Feistin toimesta. Feistinilla oli tavoitteena tehdä talo, joka ei tarvinnut omaa lämmitysjärjestelmää vaan talo suunniteltiin käyttävän pelkkiä passiivisia energianlähteitä. Passivhaus Instituutin mukaan passiivitaloja oli rakennettu vuoteen 2010 mennessä jo 20 000 kappaletta ympäri maailman. [2, s. 2.]

2.2 Passiivitalon kriteerit

Passiivitalo määritellään kolmen erilaisen kriteerin mukaan (kuva 2), jotka ovat: tilojen lämmitysenergiantarve, rakennuksen kokonaisprimäärienergiantarve ja mittauksella saatava ilmanvuotoluku, jonka passiivitaloissa pitäisi olla $\leq 0,6$ 1/h. Normitaloissa ilmanvuotoluvun sallittu vaihteluväli on 2-4 1/h. Näihin jokaiseen kolmeen kohtaan on asetettu raja-arvot, joihin passiivitalojen on yltettävä. Raja-arvot vaihtelevat hieman talon sijainnin mukaan, koska lämpötilaerot on otettava huomioon. Esimerkiksi Etelä-Euroopan lämpimissä maissa passiivitalon tilojen lämmitysenergiantarpeeksi on määritetty $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, ja Suomessa vastaava arvo on talon paikkakunnasta riippuen $20\text{--}30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. [2, s. 4.]



Kuva 2. Passiivitalon kolme kriteeriä. [2, s. 12.]

Suomeen rakennettavissa passiivitaloissa on käytössä kaksi erilaista määritelmää, kansainvälisen passiivitalon määritelmä ja suomalaisen passiivitalon määritelmä. Seuraavissa kohdissa tarkastellaan näiden määritelmien eroavaisuuksia.

2.2.1 Kansainvälinen passiivitalo

Kansainvälisen passiivitalon määritelmässä lasketaan rakennuksen nettopinta-ala, joka ei ole sama kuin huoneistoala tai bruttoala. Nettopinta-ala muodostuu ulkoseinien sisäpinnan mukaan laskettavasta vapaasta lattiapinta-alasta. Pinta-alaan ei lasketa mukaan kiintokalusteita, väliseiniä, tulisijoja tai mitään muita kiinteitä rakennneosia. Pinta-ala ja muut tarvittavat tiedot syötetään laskentaohjelmaan, joka laskee arvot. Kaikki kansainvälisen passiivitalon määritelmän alaiset talot on laskettava Excel-pohjaisella PHPP-laskentaohjelmalla (kuva 3), jotta niille voidaan hakea sertifikaatti Passivhaus Instituutista. Sertifiointia varten talon on myös täytettävä kansainvälisen passiivitalon kolme kriteeriä. [2, s. 3.]

Specific Demands with Reference to the Treated Floor Area			
Treated Floor Area:		156,0	m ²
Applied:		Monthly Method	
Specific Space Heat Demand:	14	kWh/(m ² a)	PH Certificate: 15 kWh/(m ² a)
Pressurization Test Result:	0,2	h ⁻¹	0,6 h ⁻¹
Specific Primary Energy Demand (DHW, Heating, Cooling, Auxiliary and Household Electricity):	65	kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)
Specific Primary Energy Demand (DHW, Heating and Auxiliary Electricity):	37	kWh/(m ² a)	
Specific Primary Energy Demand Energy Conservation by Solar Electricity:		kWh/(m ² a)	
Heating Load:	10	W/m ²	
Frequency of Overheating:	3	%	over 25 °C
Specific Useful Cooling Energy Demand:		kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)
Cooling Load:	9	W/m ²	
We confirm that the values given herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic values of the building. The calculations with PHPP are attached to this application.			Issued on: _____ signed: _____

Kuva 3. Ote PHPP-laskentaohjelman tulossivulta. [2, s. 4.]

Kansainvälisen passiivitalon kriteerit:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|
| 1) Tilojen lämmitysenergian tarve | $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ |
| 2) Kokonaisprimäärienergiatarve | $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ |
| 3) ilmanvuotoluku q_{50} | $\leq 0.6 \text{ l/h}$ |

[2, s. 3.]

Kansainvälisen passiivitalon määritelmä perustuu mitoitukseen, joka mahdollistaa lämmönjakamisen ilmanvaihdon välityksellä. Tämä tarkoittaa lämmitysenergian jakamista tiloihin koneellisella ilmanvaihdolla, joten tavanomaisia lämmönjakojärjestelmiä, kuten radiaattoreita tai lattialämmitystä ei välttämättä tarvita ollenkaan. Ilmanvaihtolämmitys on mahdollista toteuttaa ilmamääriä kasvattamatta, kun tilojen lämmitystehontarve on $\leq 10 \text{ W/m}^2$. Luku perustuu lämmitykseen käytettävään tuloilman lämpötilaan, joka ei saa olla $50 \text{ }^\circ\text{C}$:ta korkeampi, jotta huoneilman laatu pysyy hyvänä. Passiivitalojen lämmönjakojärjestelmänä voidaan käyttää ilmanvaihtolämmityksen lisäksi myös muita lämmönjakomuotoja, kuten lattialämmitystä ja patterilämmitystä. Kansainvälisessä passiivitalomääritelmässä ei huomioida esimerkiksi lämpöpumpun tuottamaa energiaa vähentävänä tekijänä ostoenergian määrästä. Paras ja tehokain energiansäästö saadaan aikaan pienentämällä rakenteiden kautta tapahtuvaa lämpöhäviötä sekä hyödyntämällä ilmaisenergioita. [2, s. 4.]

Etelä-Euroopan maissa lämmitykseen käytettävä energianmäärä on luonnollisesti paljon vähäisempää kuin Pohjois-Euroopassa pitkien ja lämpimien kesien ansiosta. Näissä maissa energiaa kuluukin normaalitasoa enemmän sisäilman viilennykseen, joten näille maille on laadittu omat tavoitetasot IEE-ohjelman projektissa Passive On – Marketable Passive Homes for Winter and Summer Comfort. Lämmitykseen käytettävän energian enimmäistarve on määritelty näissä maissa keskieuroppalaiseen tyyliin samaan $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Tämän lisäksi on laadittu viilennykseen käytettävän energianmäärän olevan enintään $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Kaksi muuta passiivitalon kriteeriä, kokonaisprimäärienergiantarve ja ilmanvuotoluku, ovat samat kuin keskieuropalaisessa passiivitalossa. [2, s. 4.]

Kansainvälisen passiivitalon kriteerit ovat monissa Euroopan pohjoisimmissa maissa suoraan noudatettuina täysin käyttökelvottomia. Rakenteista tulisi kohtuuttoman vahvuisia sekä ikkunapinta-alan rajoitukset varsinkin pienissä rakennuksissa olisivat vaikeita toteuttaa. Tästä seurauksena Ruotsiin, Norjaan ja Suomeen on muodostettu omat kansalliset passiivitalomääritelmät, jotka huomioivat pohjoisen kylmän ilmaston haasteet. [2, s. 4.]

2.2.2 Suomalainen passiivitalo

Suomalainen passiivitalo määritellään lämmitettävän bruttoalan mukaan, joka lasketaan Suomen Rakentamismääräyskokoelman korttia (RT 12–10277) noudattaen. Tässä on huo-

mattava ero keskieurooppalaiseen määritelmään nähden, erityisesti paksuja ulkoseinäeristeitä käytettäessä. [2, s. 9.]

Suomalaisen passiivitalon energialaskelmat voidaan tehdä vapaasti valittavilla laskentaohjelmilla tai muilla työkaluilla. Uudisrakennuksen rakennuslupavaiheessa on laadittava rakennuksesta energiaselvitys, johon kuuluu E-luku ja ET-luku. [2, s. 9.]

Ensimmäisistä rakennetuista passiivitaloista saadut kokemukset osoittavat sen, että suomalaisen passiivitalon kriteerit ovat vaikeasti määritettävissä. Toimivilla rakenneratkaisuilla ja kohtuullisilla kustannuksilla kriteerit on kuitenkin mahdollista saavuttaa koko maan alueella. Suomalaisen passiivitalon määritelmä jättää myös hyvin vapauksia arkkitehtisuunnittelulle. [2, s. 9.]

Suomalaisen passiivitalon kriteerit on määritetty kolmelle eri vyöhykkeelle (kuva 4).

Etelärannikko

Lämmitystarve	$\leq 20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
kokonaisprimäärienergiatarve	$\leq 130 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
ilmanvuotoluku q_{50}	$\leq 0,6 \text{ l/h}$

Maan keskiosat

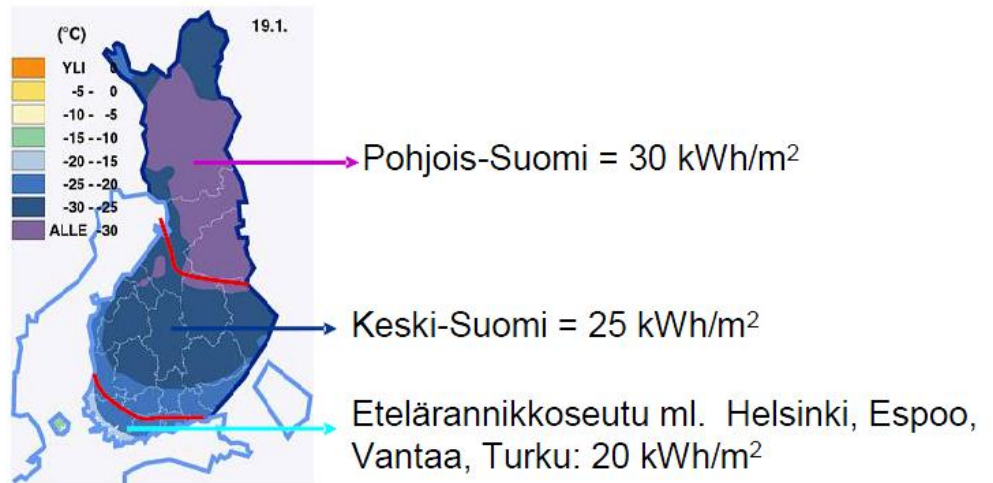
Lämmitystarve	$\leq 25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
kokonaisprimäärienergiatarve	$\leq 135 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
ilmanvuotoluku q_{50}	$\leq 0,6 \text{ l/h}$

Pohjoisosat

Lämmitystarve	$\leq 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
kokonaisprimäärienergiatarve	$\leq 140 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
ilmanvuotoluku q_{50}	$\leq 0,6 \text{ l/h}$

[2, s. 9.]

KRITEERI 1: tilojen lämmitysenergiantarve



Ilmavuotoluku $n_{50} < 0,6$ 1/h

KRITEERI 2: kokonaisprimäärienergiantarve



Kuva 4. Lämmitys- ja primäärienergiantarveluvut Suomessa. [2, s. 10.]

Suomalaisen passiivitalon kriteereissä lämmitysenergian- ja kokonaisprimäärienergian tarvetta on kasvatettu kylmien sääolosuhteiden vuoksi (kuva 5).

PASSIVHAUS JA PASSIIVITALO

	KANSAINVÄLINEN PASSIIVITALO- MÄÄRITELMÄ	SUOMALAINEN PASSIIVITALO- MÄÄRITELMÄ		
		ETELÄ	KESKI	POHJ.
TILOJEN LÄMMITYS- ENERGIAINTARVE kWh/(m ² a)	max. 15	max. 20	max. 25	max. 30
KOKONAISPRIMÄÄRI- ENERGIAINTARVE kWh/(m ² a)	max. 120	max. 130	max. 135	max. 140
ILMAVUOTO- LUKU 1/h	max. 0.6	max. 0.6	max. 0.6	max. 0.6
KÄYTETTÄVÄ PINTA-ALA	nettolattiapinta-ala	bruttoala		
LASKENTA- MENETELMÄ	PHPP	vapaaasti valittavissa		

Kuva 5. Kriteerit kansainvälisessä passiivitalossa ja suomalaisessa passiivitalossa.
[3]

3 NORMITALO

3.1 Normitalo

Historia

1900-luvun alkupuoliskolla alettiin kiinnittää huomiota talojen parempaan eristämiseen, jotta asuttavista rakennuksista saataisiin talviaikoinakin mukavampia asua. Lämmöneristeenä käytettiin pääasiassa sahanpurua, kutterilastun seosta sekä sammalta. Näistä eristeistä saatiinkin merkittävä energiataloudellinen parannus aikaiseksi.

1960-luvulla markkinoille tuli mineraalivilla, joka on lämmöneristävyysarvoltaan parempi, eikä se painunut kasaan purueristeen tapaan. 1980-luvulla lämmön talteenotto yleistyi. 1990-luvulla eristepaksuudet kasvoivat, ikkunoihin tuli lämpölaselementit sekä lämmitysjärjestelmien energiatehokkuus parani. Rakennusten energiatehokkuutta on siis pyritty parantamaan joka vuosi ja määräykset ovatkin tiukentuneet kaiken aikaa. [5.]

3.2 Normitalon kriteerit

Uudelle omakotitalolle on passiivitalojen tapaan laadittava energiaselvitys, jonka liitteenä on oltava myös energiatodistus. Tämänhetkisten määräysten mukaan talon rakenteiden kautta tapahtuvan lämpöhäviön on pysyttävä enintään $100\text{--}120 \text{ kWh/m}^2$ paikkeilla. Arvo on viisinkertainen passiivitalon arvoon verrattuna. Lämmön talteenottojärjestelmän hyötysuhteen on määrätty olevan $\geq 45 \%$, joka on noin 25% pienempi kuin passiivitaloissa. Normitalon ulkovaipan on täytettävä asetetut arvot, jotka esitetään seuraavassa taulukossa. [5.]

Taulukko 1. Ulkovaipan sallitut U-arvot normitalossa. [4, s. 13.]

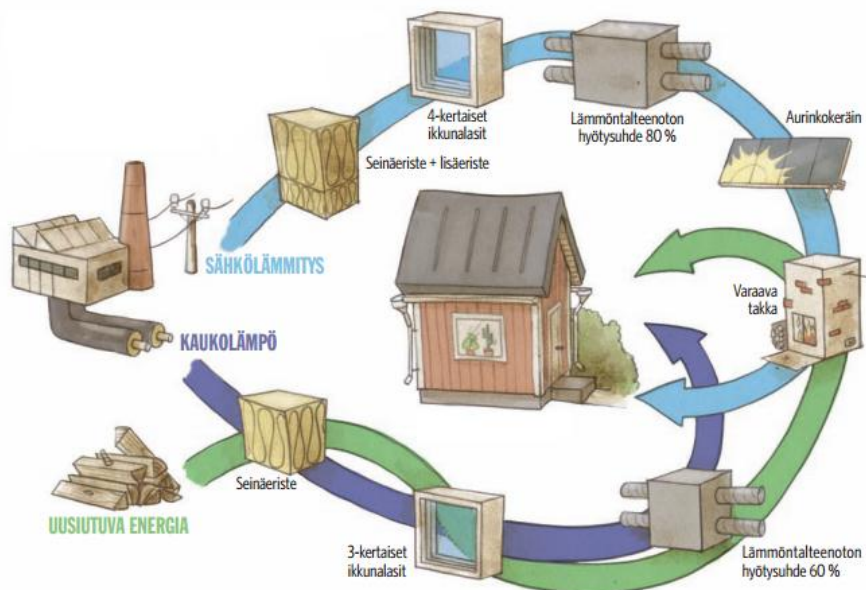
seinä	0,17 W/(m ² K)
hirsiseinä (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm)	0,40 W/(m ² K)
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/(m ² K)
ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)	0,17 W/(m ² K)
maata vasten oleva rakennusosa	0,16 W/(m ² K)
ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- ja uloskäyntiluukku	1,0 W/(m ² K)

4 ENERGIANKULUTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Rakentamismääräyksiin voimaan astuneet muutokset energiatehokkaammasta rakentamisesta eivät juuri vaikuta lopullisiin rakennuskustannuksiin. Tapauksesta riippuen on mahdollista saada aikaiseksi jopa säästöjä, kun käytetään oikeita eristeitä ja materiaaleja. Energiatehokkuuteen investoiminen on yhä kannattavampaa koko ajan nousevan energianhinnan vuoksi. [6.]

Energiankulutuksen pienentämiseen on olemassa lukuisia eri vaihtoehtoja. Hyvin suunniteltu kokonaisuus auttaa pitämään kustannukset kurissa. Noin 90 % lopullisista rakennuskustannuksista ja 75 % rakennuksen käyttöaikaisista kustannuksista lyödään lukkoon talon suunnitteluvaiheessa. [6.]

Talon muodolla on suuri merkitys lämpöhäviöihin ja sitä kautta suora yhteys kustannuksiin. Jokainen yksittäinen kulma talossa suurentaa niin rakennusaikaisia kustannuksia kuin myös käyttöaikaisia energiakustannuksia. Ikkunoiden määrällä, eristävyydellä ja sijainnilla voidaan myös vaikuttaa energiakustannuksiin merkittävästi. Lisäksi lämmön talteenotto, varaavat massat, valaisimet, kodinkoneet ja rakenteelliset aurinkosuojat (parvekkeet, lipat, kaihtimet) ovat oikein valittuina ja käytettyinä energiaa säästäviä ratkaisuja. Kuvassa 6 on esitetty ostoenergian määrään vaikuttavia tekijöitä [6.] [7.]



Kuva 6. Ostoenergianmäärään vaikuttavat tekijät. [6.]

4.1 Lainsäädäntö ja energiasopimukset

4.1.1 Näkökohtia tulevaisuudesta

Kaikissa talotyypeissä kokonaisenergian tarkastelu on noussut ja tulee nousemaan yhä enemmän esille. Tämänhetkiset rakennusmääräyskokoelman säädökset on pyritty tekemään tietä näyttäväksi 2020 määräyksille – tavoitteena kaikki talot passiivitaloja. [8, s. 5.]

Moni Euroopan maa on asettanut tavoitteita rakentamisen energiatehokkuuteen liittyen ja maat pyrkivät tuomaan nämä tavoitteet voimaan viimeistään vuonna 2020. Tanska on ilmoittanut vähentävänsä energiankulutusta 75 %, ja Ranska pyrkii energiapositiivisiin rakennuksiin. Saksalla on tavoitteena käyttää rakennuksissa vain päästötöntä ja uusiutuvaa energiaa. Unkari yrittää päästä 0-emissiorakennuksiin ja Norja puolestaan passiivirakenteisiin taloihin. Englannissa yritetään saada hiilipäästöt nolleen viimeistään vuonna 2016. [8, s. 3.]

Euroopan unioni tavoittelee vuosina 2015–2020 poistavansa uudisrakennusten lämmitys- ja viilennystarpeen, ja tavoiteajan loppupuolella energian tuotto tulisi rakennuksesta itsestään. [8, s. 4.]

4.1.2 Energiatehokkuusluku, ET-luku

Energiatehokkuusluku muodostuu ulkovaipan eristävyys ja tiiveyden sekä lämmön talteenoton perusteella. Energiatodistuksessa käy ilmi rakennuksen tarvitsema lämmitysenergia, laite- tai kiinteistösähkö, jäähdytysenergia sekä niiden pohjalta laskettu bruttoalaan suhteutettu energiatehokkuusluku. Energiatodistuksen perusteella voidaan vertailla rakennusten energiatehokkuutta ja jaotella ne omiin luokkiinsa. Asteikko on jaettu seitsemään luokkaan, A-G. Energiatehokkain rakennus on A-luokassa ja eniten energiaa vievä G-luokassa. Rakennusmääräysten mukaisesti rakennettu normitalo sijoittuu C tai D-luokkaan rakennusvuodesta riippuen, Passiivitalo aina A-luokkaan. [9.]

Vuoden 2008 alusta lähtien uudisrakennuksille tuli pakolliseksi energiatodistus, joka auttoi ostajaa hahmottamaan rakennuksen energiatehokkuutta. Energiatodistuksessa lasketaan rakennukselle energiatehokkuusluku (ET-luku). Se saadaan jakamalla rakennuksen kokonais-

energiankäyttö bruttoalalla. Pientaloissa ET-luvun laskentaan huomioidaan myös tilojen lämmitysenergia, lämpimän käyttöveden energia, sähkölaitteiden energiankäyttö sekä mahdollinen jäähdytysenergian määrä. [9.] [10.]

4.1.3 E-luku

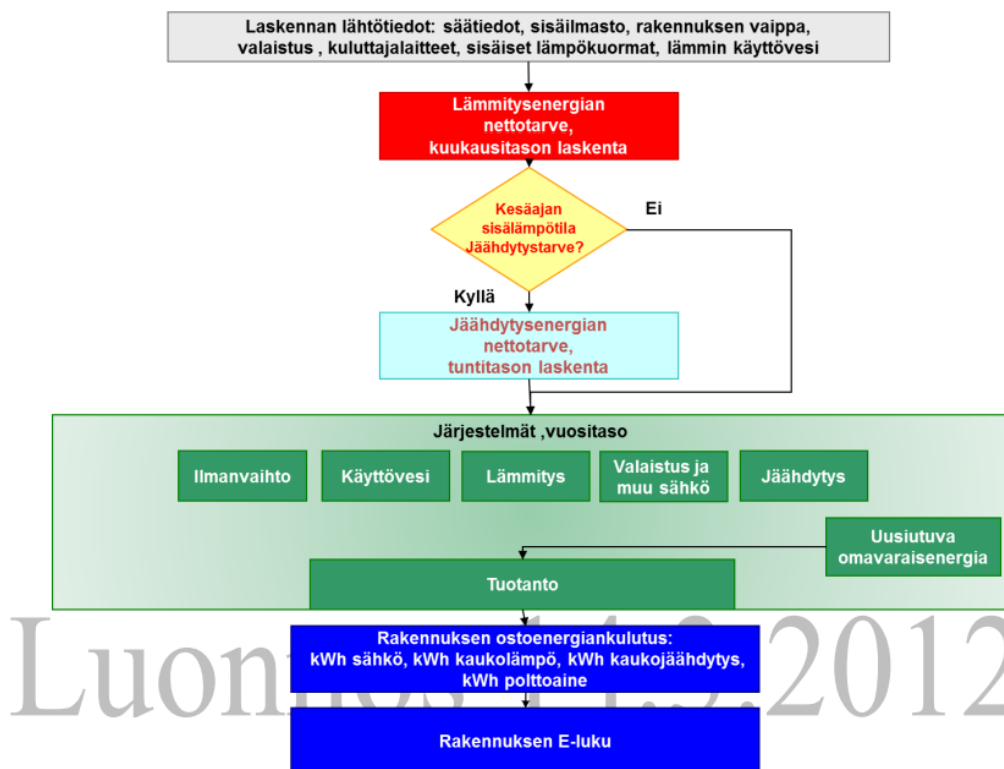
Heinäkuussa 2012 astui voimaan uusi energiatehokkuusmääräys, joka ilmaistaan E-luvulla. E-luku määräytyy vuotuisen laskennallisen kokonaisenergiankulutuksen perusteella. Energialuvun suuruuteen vaikuttaa käytettävä energiamuoto, joille jokaiselle on määriteltä omat kertoimet. Uusi E-luku suosii uusiutuvaa energiaa, ja tästä syystä kokonaan sähköllä lämpiävä passiivitalo voi tippua E-luku-asteikolla jopa D-luokkaan. Kuvassa 7 esitetään E-lukulaskelman kulku. [6,11]

Taulukko 2. Energiamuotokertoimia. [11]

Energiamuodon kertoimet	
■ Sähkö	1,7
■ Kaukolämpö	0,7
■ Kaukojäähdytys	0,4
■ Fossiiliset polttoaineet	1
■ Uusiutuvat polttoaineet	0,5

Taulukko 3: Uudisrakennuksen E-lukuvaatimukset. [12.]

Luokka	Rakennus	E-lukuvaatimus kWh / netto-m ² / vuosi
1	pientalo, lämmitetty nettoala $A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	204
1	pientalo, lämmitetty nettoala $120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$372 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
1	pientalo, lämmitetty nettoala $150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$173 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
1	pientalo, lämmitetty nettoala $A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	130
1	hirsitalo, lämmitetty nettoala $A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	229
1	hirsitalo, lämmitetty nettoala $120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$397 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
1	hirsitalo, lämmitetty nettoala $150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$198 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
1	hirsitalo, lämmitetty nettoala $A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	155
1	rivi- ja ketjutalo	150
2	asuinkerrostalo	130
3	toimistorakennus	170
4	liikerakennus	240
5	majoitusliikerakennus	240
6	opetusrakennus ja päiväkot	170
7	liikuntahalli (pois lukien uima- ja jäähalli)	170
8	sairaala	450
9	muut rakennukset ja määräaika	E-luku on laskettava, mutta sille ei ole vaatimusta



Kuva 7. E-luvun laskennan kulku. [13, s. 13.]

4.1.4 Euroopan unionin ilmasto- ja energiasopimus

Tutkimusten mukaan tämänhetkiset energiapäästöt kuormittavat maapalloa niin rankasti, että maapallon ja ilmakehän sietokyky on aivan äärirajoilla. Euroopan unioni on pyrkinyt pienentämään ja vakauttamaan holtitonta energiankulutusta ympäri Euroopan. Energiatehokkuutta ja päästövähennyksiä on pyritty seuraamaan tarkemmin ja näiden tulosten perusteella onkin jo voitu tehdä tarkempia tutkimuksia. EU on pyrkinyt saamaan aikaan kansainvälisiä sopimuksia, joilla tuettaisiin energiatehokkuutta ja sitä myötä kuormitus maapallolla vähenisi. Muun muassa Suomi yhtenä Euroopan maista on sitoutunut kasvihuonepäästöjen leikkaamiseen vähintään 80 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. [14.]

4.2 Asuinrakennuksen energiankulutus

Korkea elintaso ja kylmä ilmasto nostavat suomalaisten energiankulutusta. Asuintilojen lämmittämiseen sekä veden lämmittämiseen kuluu normitalossa keskimäärin puolet (45 %) rakennuksen tarvitsemasta kokonaisenergiasta. Lämmitysmuodosta riippuen on mahdollista lämmittää asuttavat tilat kokonaan ilman sähköä, esimerkiksi vesikiertoisella takalla ja aurinkokeräimillä. Lämmitys voidaan toteuttaa käyttämällä pelkästään sähköäkin, mutta se ei ole nykyisillä sähkönhinnoilla suositeltavaa. Uudisrakennuksiin kesällä 2012 pakolliseksi tullessa E-luvun laskennassa suositetaan uusiutuvaa energiaa ja kokonaan sähköllä lämpiävä talo saatetaan sijoittua kaksikin asteikkoa alemmaksi kuin esimerkiksi kaukolämmöllä lämpiävä talo. Kuvassa 8 on ote energiatodistuksesta. Mustat nuolet osoittavat, mihin energiatehokkuusluokkaan rakennus kuuluu.

[15.]

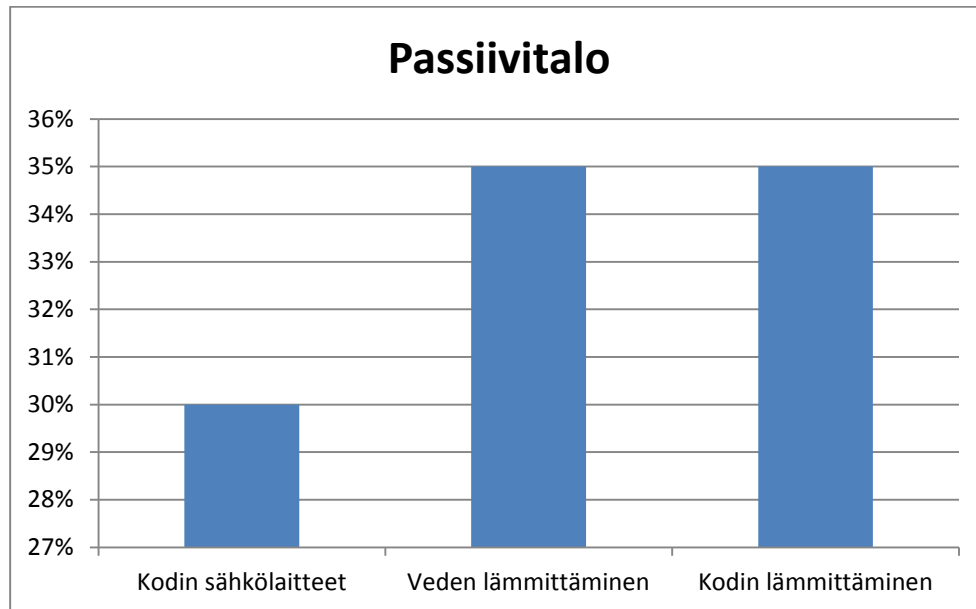
ENERGIATODISTUS																	
Rakennuksen nimi ja osoite:	OKT Heikkinen Tuohitorventie 11 87250 Kajaani																
Rakennustunnus:																	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2013																
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka:	Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)																
Todistustunnus:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energiatodistuksen luokka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Energiatodistuksen luokka	A		B		C		D		E		F		G	
	Energiatodistuksen luokka																
A																	
B																	
C																	
D																	
E																	
F																	
G																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)</th> <th>107</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>kWh_E/m²vuosi</td> </tr> </tbody> </table>		Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	107		kWh _E /m ² vuosi												
Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	107																
	kWh _E /m ² vuosi																
Todistuksen laatija:	Yritys:																
Antti Tolonen	Kodintaito Oy																
Allekirjoitus:																	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:																
04.04.2013	04.04.2023																

Kuva 8. Energiatodistuksen luokat. [27.]

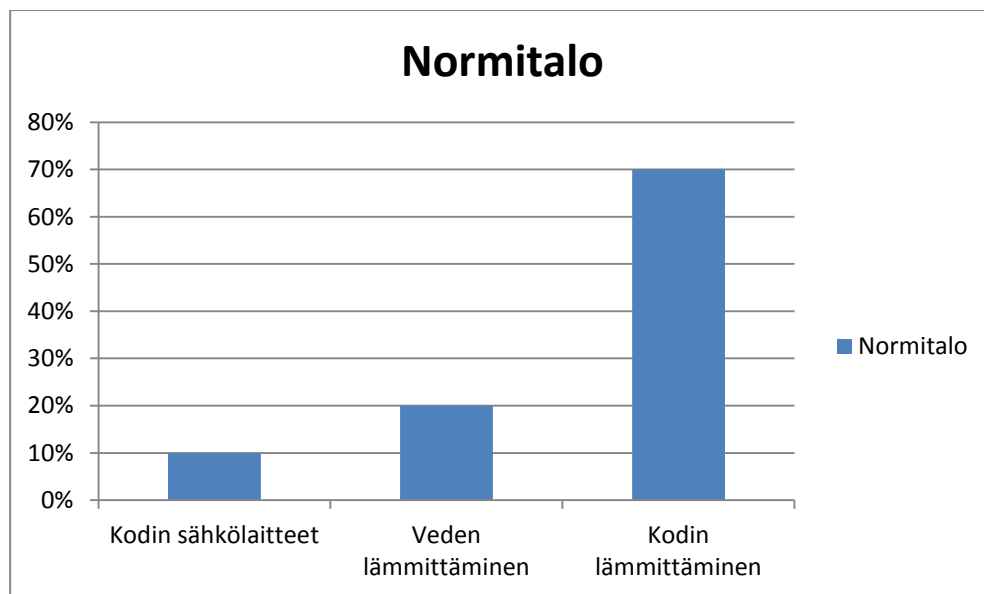
Sähkölaitteet vievät noin viidenneksen normitalon kokonaisenergianmäärästä. Jos rakennus on liitetty kaukolämpöön, eivät lämmityskustannukset tällöin näy kodin sähkölaskussa ja sähkön osuus rakennukseen kuluvasta energiamäärästä on siis edellä mainittu 20 %. Sähkö-

laitteet, kuten valaisimet, kodinkoneet ja kiukaat, tuottavat huoneisiin lämpöä ja näin vähentävät lämmitysenergian tarvetta. Etenkin passiivitaloissa sähkölaitteista peräisin oleva lämpö huomioidaan tarkasti. [15.]

Taulukko 4. Passiivitalon energiankulutuksen jakautuminen.



Taulukko 5. Normitalon energiankulutuksen jakautuminen.



4.2.1 Lämmönkulutus

Normirakenteisen asuinrakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta noin puolet koostuu lämmitykseen menevästä energiamäärästä. Ilmanvaihto, käyttövesi ja johtumishäviöt nielaisevat kukin yhtä ison osan kulutetusta lämmitysenergiasta. Tätä yhtälöä kutsutaan lämmitysenergian kolmijaoksi. [16.]

Johtumishäviöllä tarkoitetaan rakennuksen ulkovaipan läpi kulkeutuvaa lämpöä. Tähän voidaan vaikuttaa tekemällä ulkoseinän rakenne tiiviiksi sekä eristystaso riittäväksi. Lämmönsiirtymistä voimistavat isot lämpötilaerot ulkona ja sisällä. Liiallinen huoneen lämmitys siis tehostaa johtumishäviötä, ja onkin tutkittu, että jo asteen alhaisempi huonelämpötila näkyy energiankulutuksessa merkittävästi. Johtumishäviötä voidaan pienentää myös perussäätämällä asuinrakennuksen lämmitysverkostoa ja huolehtimalla laitteiden huolloista ja asetusten toimivuudesta. [16.]

Ilmanvaihdon käyttämään lämmitysenergiaan vaikuttavat ilmamäärät ja ilmanvaihtojärjestelmät. Lämmön talteenottojärjestelmän oikeanlainen hyödyntäminen auttaa vähentämään ilmanvaihdon lämmönkulutusta yli puoleen tavalliseen poistoilmanvaihtoon verrattuna. [16.]

Käyttöveden lämmityskustannuksiin vaikuttaa eniten käytetyn lämpimän veden määrä. Myös putkien eristemäärät ja käyttövesiverkostoon liitetyt lämmityslaitteet vaikuttavat kustannuksiin. [16.]

4.2.2 Sähkönkulutus

Nykypäivänä sähkö on lähes kaikissa talouksissa välttämätön energianlähde. Valaistus ja sähkölaitteet nielaisevat noin kolmanneksen koko kotitalouteen kuluvaista energiasta. Talon koko, asumismuoto ja käyttötottumukset vaikuttavat energiankulutuksen määrään. [17.]

Valaistus, kylmälaitteet ja kodin elektroniikka ovat kolme eniten sähköä vievää laiteryhmittä. Kotitalouksien sähkönkäyttö -tutkimuksissa on todettu valaistuksen vievän normitalossa yli 20 % kodin sähkönkulutuksesta, mutta tämä luku on paljon pienempi nykytaloissa uusien led-valaisimien ja muiden vastaavien vähän sähköä tarvitsevien valaisimien vuoksi. Muiden sähkölaitteitten tapaan myös kylmälaitteet ovat yhä energiatehokkaampia, ja tutkimusten

mukaan kylmälaitteisiin kuluva sähkön määrä on noin 12 %, kun se oli vuonna 1993 huimat 30 %. Kodin elektroniikkaan kuluva sähkömäärä on noussut huimasti viime vuosina, ja tällä hetkellä sen on tutkittu olevan jo lähes kylmälaitteiden tasolla. [17.]

4.2.3 Vedenkulutus

Suomalainen kuluttaa vettä keskimäärin noin 150 litraa vuorokaudessa. Vedenkulutukselle asetettu tavoitearvo on henkilöä kohden 130 litraa vuorokaudessa. Lämmintä käyttövetä suomalainen kuluttaa noin 50 litraa vuorokaudessa. Noin viidennes normitalon energiankulutuksesta menee veden lämmityskuluihin. [18.]

Viisi minuuttia suihkussa kuluttaa vettä noin 60 litraa ja ammekylvyssä 200–300 litraa. Vesikalusteiden ominaisuudet, hanatyypit ja kahdella huuhtelutyypillä varustetut WC-pöntöt pienentävät vedenkulutusta lähes yhtä merkittävästi kuin käyttötottumuksien muuttaminen. [18.]

4.3 Energiakustannuksiin vaikuttavat tekijät

4.3.1 Rakenne, eristys ja kylmäsilat

Rakennuksen eristämisen tarkoituksena on vähentää lämmönsiirtymistä, ja jo talon suunnitteluvaiheessa on hyvä tutustua erilaisiin runko- ja eristevaihtoehtoihin, koska niiden muokkaaminen ja korjaaminen on vaikeaa ja kallista jälkeenpäin. Eikä pelkästään riitä, että ulkoseinät ja ylä- ja alapohja ovat hyvin eristettyjä, vaan myös ovien ja ikkunoiden tulee olla mahdollisimman hyvin eristäviä ja saumat on tilkittävä huolellisesti ilmapirtojen vuoksi. Hyvin toimiva eriste kykenee pitämään ilman paikallaan, ja mitä enemmän paikallaan olevaa ilmaa eriste pystyy kontrolloimaan, sitä paremmat eristävyysominaisuudet materiaalilla on. Nykyisiä rakennuksiin käytettäviä lämmöneristeitä ovat lasivilla, vuorivilla, polystyreeni sekä polyuretaanista tehdyt levyt ja vaahdot. [19.]

Jokainen meistä luovuttaa itsestään ilmaan tunnissa noin 20 litraa hiilidioksidia ja noin 50 grammaa vesihöyryä. Kun tähän lisätään vielä kotitöissä tapahtuvan vedenkäytön aiheutta-

mat vesihöyrymäärät, saadaan rakennuksen sisälle pääsevän vesihöyryn määräksi useita litroja vuorokaudessa. Tämä vesihöyrymäärä kuormittaa rakenteita, ja ilman oikeanlaista rakennusfysiikkaa ja asianmukaista ilmanvaihtojärjestelmää rakenteet olisivat vaarassa homehtua ja huoneilman laatu saattaisi heikentyä terveydelle haitalliseksi. Kasvaneiden eristemäärien ja ulkovaipan tiiveyden vuoksi ilmanvaihtokoneista on tullut lähes välttämättömiä. Melkein jokaisessa uudessa talossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Hallittu koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä kierrättää ilmaa pois keittiöstä, pesutiloista ja vaatehuoneista ja tuo oleskelutiloihin korvausilman, joka on normaalisti noin 15 °C. Tätä korkeammaksi ilmaa ei kannata lämmittää, sillä se nostaa huomattavasti energiankulutusta. Lämmöntalteenotto kuuluu jokaiseen koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän yhteyteen. Se auttaa säästämään energiaa lämmittämällä tuloilmaa poistoilmalla, ja lisäksi ilmanvaihtokoneeseen kuuluu jälkilämmityspatteri, joka menee automaattisesti päälle silloin, kun hyödynnettävä poistoilma ei riitä lämmittämään tuloilmaa. [19.]

Routasuojaukset on mitoitettava jokaiselle talolle erikseen, koska eristeiden määrä riippuu talon koosta, muodosta, sijainnista ja rakennuksen eristystasosta. Routaeristyksen tarkoituksena on estää perustusten alle jäävän maan jäätyminen ja sitä kautta ehkäistä vaurioiden syntyminen. [20.]

Kylmäsilloiksi nimitetään rakenteiden kohtia, joista tapahtuu suurta lämpöhäviötä. Kylmäsilta voi muodostua tasoerojen vuoksi, tai kun rakenneosassa on paikallisesti hyvin lämpöä johtavia materiaaleja. [20.] [21.]

Kylmäsilat pudottavat paikallisesti sisäpintojen lämpötiloja. Tämän seurauksena rakenteisiin voi kehittyä homesienikasvustoa, jos lämpötila alittaa TS:n. Rakenteen kosteusvaurioudhka on myös olemassa, jos pintalämpötila laskee alle kastepistelämpötilan TKP. Tällöin huoneilman sisältämä kosteus tiivistyy kylmille pinnoille ja pitkään altistunut rakenne kastuu. [20.] [21.]

4.3.2 Ikkunat ja ulko-ovet

Ikkunat

Normaali-ikkunan lämmöneristävyys on melkein kymmenen kertaa huonompi kuin ulkoseinän, joten ikkunoiden kautta karkaa vuosittain iso määrä lämpöä. Lämmön karkaaminen ikkunoiden kautta on melkein suoraan verrattavissa ulkoseinän läpi tapahtuvaan lämpöhukkaan. Ikkunoiden energiatehokkuutta on parannettu kaiken aikaa, ja nykyään ikkunat luokitellaankin energiatehokkuusasteikolla A:sta G:hen. Ikkunan luokkaan vaikuttaa sen lämmöneristävyys ja se, kuinka hyvin ikkuna pystyy hyödyntämään auringosta peräisin olevaa valoa ja lämpöä. Ikkunat ovat yleensä 3-lasisia, mutta energiatehokkuutta on paranneltu lisäämällä vielä yksi lasi ikkunaan. 4-lasisia ikkunoita käytetään enimmäkseen matalaenergia- ja passiivitaloissa. Ilmansuunnat on hyvä ottaa huomioon taloa suunnitellessa, jotta ikkunat saadaan sijoitettua sinne, mistä aurinko tehokkaimmin paistaa. [22.]

Ulko-ovet

Nykyovissa käytettävät materiaalit lisäävät energiatehokkuutta ja pitävät oven paksuuden hillittynä. Normitaloissa käytetään yleensä ovia, joiden u-arvo on noin 1. Passiivitaloihin on saatavana ovia, joiden u-arvo on alle 0,5. Ulko-ovia valittaessa ei kannata liikaa tuijottaa u-arvoja, vaan oven käytöllä ja koolla on paljon suurempi merkitys energiahukan vähentämiseen.

4.3.3 Lämmitysjärjestelmät

Suomen sääolojen vuoksi rakennusten lämmitys on välttämätöntä. Lämmitysjärjestelmä on hyvä toteuttaa niin, että sitä voidaan ohjata erilaisin asetuksin eri tiloihin. Esimerkiksi kesällä ei muuta lämmitystä tarvitse pitää päällä kuin lattialämmitystä, joka pitää laatan kuivana ja lisää lattian käyttömukavuutta. Normitalo kuluttaa tilojen lämmittämiseen energiaa vuotta kohden 100–120 kWh/m². Passiivitalo tulee toimeen paljon vähemmällä energiamäärällä, 20–30 kWh/m². [23, s. 6.]

Puu- ja pellettilämmitys

Puulämmitys on luontoystävällinen lämmitysratkaisu, koska puu on uusiutuva energianlähde. Kokonaan puulla lämpiäviä taloja ei Suomessa ole kuin murto-osa. Se on kuitenkin hyvä lisälämmitysratkaisu sähkölämmityksen tueksi varsinkin kylmimpien kausien aikana. [23, s. 14.]

Polttouuneissa poltetaan haketta, pilkkeitä ja halkoja. Puun palamisesta vapautuneella lämmöllä lämmitetään uunin ympärillä kiertävä vesi, joka lämmittyään kiertää vesivaraajaan odottamaan pääsyään huoneissa oleviin pattereihin. Mikäli vesivaraajaa ei järjestelmään kuulu, joudutaan tulta pitämään paljon useammin uunissa, ja vesi kierrätetään välittömästi sen lämmityksen jälkeen pattereihin. Vesivaraaja antaa siis järjestelmälle pelivaraa ja mahdollistaa tasaisemman lämmityksen. [23, s. 14.]

Pelletti on sylinterin muotoon puristettua puumassaa, joka on valmistettu puusepän- ja saha-teollisuuden sivutuotteista. Pelletin palaminen on tasaisempaa ja synnyttää vähemmän tuhkaa, koska pelletin valmistuksessa ei käytetä lainkaan puun kuoriosaa. [23, s. 14.]

Pellettilämmityslaitteistoon kuuluu pellettipoltin, siihen kytketty kattila sekä automatiikka. Lämmönjako toteutetaan normaalisti vesikiertoisesti, mutta joissain tapauksissa leivinuunin tapaan myös pelkästään polttimeen säteilemällä lämmöllä. [23, s. 14.]

Maalämpöpumppu

Vuonna 2008 valmistuneista pientaloista noin joka kolmannella on maalämpöjärjestelmä. Maalämpöjärjestelmän suosio johtuu sen käytön edullisuudesta. Investointina se on kallis, mutta pitkällä aikavälillä se maksaa itsensä nopeasti takaisin varsinkin normitaloon asennettuna. Passiivitalolle maalämpö ei ole välttämättä niin kannattava hankinta, koska lämmityskustannukset ovat normitaloa paljon alhaisemmat ja täten takaisinmaksuaika on paljon pidempi. Myös talon koko vaikuttaa paljon investoinnin kannattavuuteen – mitä suurempi talo, sitä kannattavampi investointi. [23, s. 17.]

Maalämpö voidaan toteuttaa joko syvällä porakaivolla tai pintamaahan asennetusta pitkästä vaakaputkistosta. Myös vesistöjä voidaan käyttää lämmönotossa hyväksi, jos tontti sijaitsee sopivalla etäisyydellä vesialueesta. [23, s. 17.]

Maalämpöpumpun tehokkuutta kuvataan lämpökertoimella COP, joka ilmaisee lämpöpumpun hyötysuhteen. Keskimääräisen maalämpöpumpun vuosittainen lämpökerroin on kolme. Voidaan siis sanoa maalämpöpumpun tuottaman lämmön olevan lähes uusiutuvaa energiaa. [23, s. 17.]

Maalämpöjärjestelmään on myös mahdollista yhdistää maaviilennyksen pienellä lisäinvestoinnilla. Sisäilman lämpötilaa voidaan laitteiston avulla pudottaa pari astetta. Viilennys on energiatehokasta, sillä kiertovesipumppu on ainoa sähköä tarvitseva laite. [23, s. 17.]

Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppu käyttää ulkoa otettua ilmaa lämmitysenergiansa lähteenä. Pumppu siirtää ulkoa otetun ilman vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Pumpulla voidaan lämmitellä myös käyttövesi. [23, s. 18.]

Ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate on sama kuin muissakin lämpöpumpuissa. Mitä alemmaksi ulkoilman lämpötila laskee, sitä vähemmän pumppu kykenee tuottamaan lämmitysenergiaa. Kun ulkolämpötila laskee $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, laite ei enää kykene tuottamaan riittävästi lämmitysenergiaa koko talon tarpeisiin. Laite ei siis yksinään voi toimia talon lämmitysjärjestelmänä, joten se tarvitsee rinnalleen varajärjestelmän, esimerkiksi puulämmityksen. Yleensä kuitenkin varajärjestelmänä toimivat ilma-vesilämpöpumpun omat sähkövastukset, joilla lämmitystarve pyritään kattamaan kylmimpien säiden aikana. Ilma-vesilämpöpumpun vuotuinen lämpökerroin on hieman maalämpöpumppua alhaisempi, 2,0. Ilma-vesilämpöpumppu pystyy siis tuottamaan 2 kWh lämpöä jokaista sen käyttämää sähkö-kWh:a kohden. [23, s. 18.]

Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu käyttää talosta poistettavan ilman lämpöä hyväksi. Se siirtää lämmön vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään, jolla lämmitetään huoneilma. Myös lämpimän käyttöveden lämmittäminen onnistuu poistoilmalämpöpumpun avulla. Sisäilman viilentäminenkin on pumpun avulla mahdollista. [23, s. 19.]

Poistoilmalämpöpumppu hoitaa talon ilmanvaihdon ja korvaa normaalin ilmanvaihtolaitteiston ja lämmöntalteenoton. Poistoilmalämpöpumpun käyttökustannukset ovat noin 40 % edullisemmat kuin suoran sähkölämmityksen. Poistoilmalämpöpumpun investointikustannukset ovat maa- tai ilma-vesilämpöpumppuja edullisemmat, ja sitä suositellaankin asennettavaksi pienehköihin omakotitaloihin tai vähän lämmitysenergiaa tarvitseviin kohteisiin. Poistoilmalämpöpumpun lämpökerroin sijoittuu normaalisti 1,5–2,2 välille. [23, s. 19.]

Kaukolämpö

Kaukolämmön lämpöenergia tuotetaan lämpö- tai voimalaitoksissa, joista lämpö johdetaan kaukolämpöverkoston putkistoja pitkin kuluttajien taloissa sijaitseviin lämmönjakokeskuksiin. Voimalaitokset käyttävät polttoaineina maakaasua, kivihiiltä, turvetta, puuta tai öljyä. Suomen rakennuksista noin puolet lämpenee kaukolämmöllä. Nykyään monet pientalotkin ovat liitettyinä kaukolämpöverkostoon, koska kaukolämmön saatavuus on levinnyt koko ajan laajemmalle. Kaukolämpöön liittymisestä asiakas maksaa liittymismaksun lisäksi myös perusmaksun ja energiamaksun. [23, s. 20.]

Talokohtaisiin laitteisiin kuuluvat lämmönjakokeskuksessa sijaitsevat lämmityksen ja käyttöveden lämmönsiirtimet sekä mahdollinen ilmanvaihdon lämmityksen lämmönsiirrin, säätölaitteet, kiertovesipumput, paisunta- ja varolaitteet, lämpö- ja painemittarit sekä sulkuventtiilit. Laitteen teho mitoitetaan taloon sopivaksi niin, että lämpöä riittää aina lämmitykseen ja lämpimään käyttöveteen. Lämmönjakojärjestelmänä on mahdollista käyttää vesikiertoista patteri- tai lattialämmitystä, ilmalämmitystä tai ilmanvaihtolämmitystä. [23, s. 20.]

Sähkölämmitys

Nykyinen sähkön hinta ja muut lämmitysratkaisut ovat vähentäneet ihmisten kiinnostusta sähkölämmitystä kohtaan. Sähkölämmityksellä on hyvä hyötysuhde, ja se on tarkasti säädeltävissä, mutta energian kallis hinta nousee yleensä ylitsepääsemättömäksi esteeksi sähkölämmityksen hankkimisessa. Sähkölämmitys voi kuitenkin olla perusteltua hankkia passiivitaloon, koska se tarvitsee vain vähän lämmitysenergiaa ja sähkölämmityksen investoinnin kulut

ovat pienet. Sähkölämmityksen tueksi kannattaa ehdottomasti miettiä toistakin lämmitysmuotoa, kuten tulisijaa, jolla voidaan auttaa talon lämmitystä kylmimpinä aikoina. [23, s. 22.]

Sähkölämmitys on mahdollista toteuttaa vesikiertoisena tai huonekohtaisena. Lattialämmitys voidaan asentaa betonilattian lisäksi myös puu- tai levyrakenteisiin lattioihin. Termostaatin vuoksi lattialämmitysratkaisu toimii parhaiten lattioissa, jotka luovuttavat lämpöä huoneisiin nopeasti, ja tällaisia lattioiden pintamateriaaleja ovat muun muassa klinkkeri ja muovimatto. [23, s. 22.]

Patterilämmitys pitää huoneilman lämpötilan tasaisena, koska se pystyy nopeasti reagoimaan lämmitystarpeen muutoksiin. Patterit sijoitetaan usein ikkunoiden alle, jolloin vedon tunne saadaan poistetuksi sekä patterin eteen on jätävä vapaata tilaa ilmankierrolle. Sähköllä lämpiäviä pattereita on kahta eri tyyppiä. Toinen on suljettu lämmitin, josta lämpö siirtyy huoneeseen suurimmaksi osaksi lämpösäteilynä lämmittimen ulkopinnasta. Toinen patteri on pienikokoisempi yhdistelmälämmitin, joka lämmittää säteilyn lisäksi sen läpi virtaamaa ilmaa. Sähköpatterin pintalämpötila on korkeimmillaan noin 70 °C ja normaalioloissa noin 10 °C matalampi. Jokaisessa patterissa on termostaatti, joka säätelee ne oman ympäristönsä lämpötilan mukaan. [23, s. 22.]

Kattolämmitys on varteenotettava ratkaisu oleskelutiloihin, keittiöön ja makuuhuoneisiin. Sähköllä lämpiävät lämmityskelmut lämmittävät kattoverhoilun, joka säteilee lämmön lattian, seinien, ikkunoiden ja huonekalujen kautta huoneilmaan. Kattolämmitys tarvitsee patterilämmityksen tapaan vapaata ilmaa, joten lämmityselementtien välittömään läheisyyteen ei saa asentaa kaappeja tai muita esteitä. [23, s. 22.]

Ilmalämmitys on hyvä vaihtoehto passiivitaloille. Lämmityslaite on yhdistettynä ilmanvaihtojärjestelmään, jossa se lämmittää tuloilman sähkövastuksin. Lämmöntalteenotto auttaa esilämmittämään tuloilman noin +15 °C:een jonka jälkeen ilma lämmitetään termostaatin säätelämänä huonekohtaisesti. Huoneisiin tuotavan ilman lämpötila on maksimissaan +30 °C. [23, s. 22.]

Vesikeskuslämmitys voidaan toteuttaa myös sähköenergiaa käyttäen. Lämmöntuottolaitteena ovat tällöin varaajassa tai sähkökattilassa olevat vastukset, jotka lämmittävät veden. Vesivaraajan koko on noin 1-2 m². Vesi pyritään lämmittämään yösähkön aikaan, jolloin sähkö on edullisempaa. Sähkökattila on hyvä vaihtoehto noin 100 m² taloihin tai silloin, kun lämmitystarve on pieni. [23, s. 22.]

Öljylämmitys

Nykyiset öljylämmitysjärjestelmät ovat hyötysuhteiltaan hyviä, ja polttoaine palaa polttimessa puhtaasti. Öljylämmitysjärjestelmä ei tarvitse erillistä lämminvesivaraajaa, koska kattila on lämmitysteholtaan niin suuri, että sen vesitilavuus riittää kattamaan myös käyttöveden lämmityksen. Vesivaraaja voidaan halutessa kuitenkin yhdistää järjestelmään, jos öljylämmityksen yhteydessä halutaan hyödyntää uusiutuvaa energiaa, kuten aurinkokerääjillä tuotettavaa aurinkoenergiaa. Aurinkoenergialla on mahdollista tuottaa 25–30 % lämmitysosuudesta. [23, s. 24.]

Öljylämmitysjärjestelmään kuuluvat öljykattila, öljypoltin, öljysäiliö, savuhormi sekä hallinta- ja säätölaitteet. Kattilat sisältävät termostaatin, joka ohjaa laitteistoa automaattisesti lämmitystarpeen mukaan. Tehokkaimmat öljykattilat hyödyntävät 94–95 % polttoöljystä peräisin olevasta energiasta. Tämä tarkoittaa vuositasolla noin 90 % hyötysuhdetta. [23, s. 24.]

Kaasulämmitys

Maakaasuverkkoon kuulu Suomessa yli 40 kuntaa. Näissä kunnissa on mahdollista liittää talo jakeluverkostoon ja hoitaa talon lämmitys kaasulämmitysjärjestelmällä. Biokaasua voidaan myös tuottaa itse esimerkiksi maataloilla kaasureaktoreiden avulla. Kaasulämmitysjärjestelmä toimii hyvin samankaltaisesti öljylämmitysjärjestelmän kanssa ja melkeinpä kaikkia öljylämmitysjärjestelmässä käytettäviä kattiloita voidaan hyödyntää maa- ja biokaasulämmitysjärjestelmissä. [23, s. 26.]

Aurinkolämmitys

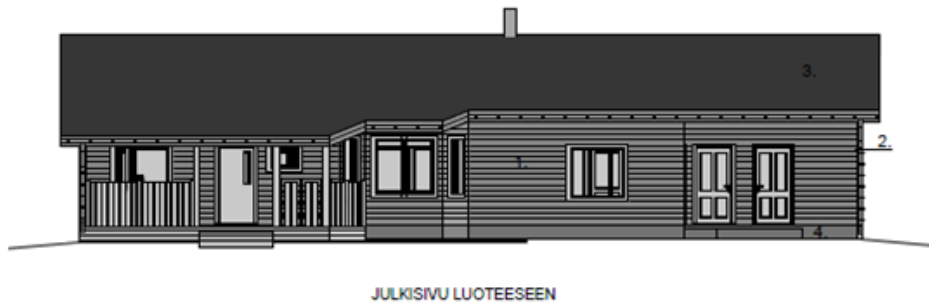
Aurinkoenergian käyttö on kasvattanut suosiotaan markkinoilla muun muassa kasvavien vaihtoehtoisen energianhintojen vuoksi. Auringosta peräisin oleva energia saadaan muutettua sähköksi aurinkopaneelien avulla, jotka ovat yleisimmin asennettuina talojen katoille. Talteen kerätyllä sähköllä autetaan täydentämään peruslämmitystä, ja näin saadaan ostoenergian määrää pienemmäksi. Aurinkolämpöjärjestelmällä voidaan kattaa noin puolet lämpimän käyttöveden energiantarpeesta. Jos aurinkolämpöjärjestelmällä halutaan tukea myös talon vesikier-

toista lämmönjakojärjestelmää, voidaan tarvittavasta lämmitysenergian määrästä tuottaa vuosittain noin 25–35 %. [23, s. 29.]

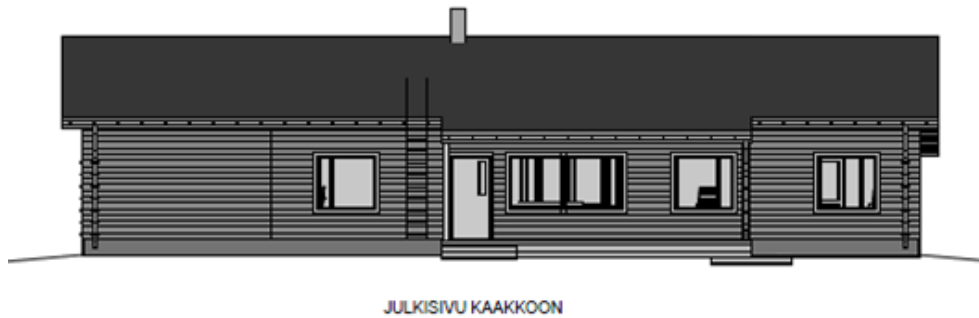
Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu on järkevä ratkaisu sähkölämmitysjärjestelmän tueksi. Oikein asennettuna ja oikein käytettynä ilmalämpöpumppu maksaa itsensä 3-4 vuodessa takaisin pienentyneiden sähkölaskujen muodossa. [23, s. 33.]

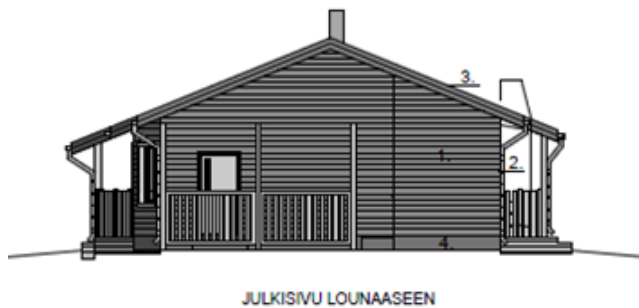
Ilmalämpöpumppu-laitteistoon kuuluu ulkoyksikkö ja sisäyksikkö. Ulkoyksikkö on nimensä mukaan rakennuksen ulkopuolelle asennettu laite, jonka kautta ulkoilma siirtyy lämmitettynä talon sisällä olevaan sisäyksikköön kylmäaineen välityksellä. Sisäyksikkö kierrättää talon sisäilmaa lävitseen samalla lämmittäen sitä. Ilmalämpöpumpulla voidaan kattaa 30–40 % talon lämmitysenergiasta. Parhaimmillaan ilmalämpöpumpulla saadaan energiankulutusta lämmityksen osalta pienennettyä jopa 25 %. Ilmalämpöpumppua voidaan käyttää myös sisäilman viilennykseen. [23, s. 33.]



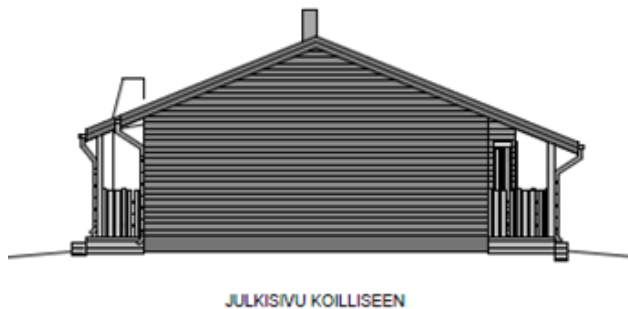
Kuva 10. Julkisivu luoteeseen.



Kuva 11. Julkisivu kaakkoon.



Kuva 12. Julkisivu lounaaseen.



Kuva 13. Julkisivu koilliseen.

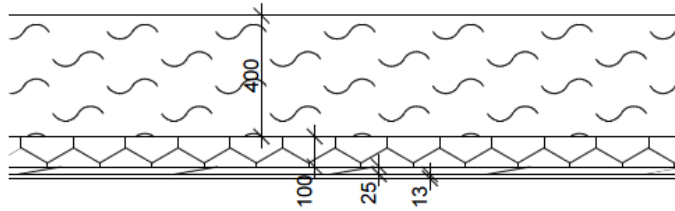
5.1 Passiivitalo

Passiivitalon tietoja.

- kerrosala 146,00 m²
- huoneistoala 127,50 m²
- tilavuus 501,95 m³
- ilmatilavuus 317,72 m³
- huonekorkeus 2,60 m
- ikkunapinta-ala 19.08 m²
- ovipinta-ala 6.3 m²
- Käyttövesi ja tilat lämpiävät hybridilämmitysjärjestelmällä.
 1. puukattila
 2. aurinkokeräimet
 3. sähkölämmitys (toimii vain tarvittaessa)
- Ilmanvaihtokone, Enervent Pingvin eco ECE, hyötysuhde 72 %.

5.1.1 Yläpohja

Kuvassa 14 esitetään passiivitalon yläpohjarakenne, jonka eristeinä ovat SPU ja puhallusvilla..



Kuva 14. Passiivitalon yläpohjarakenne.

Rakenne

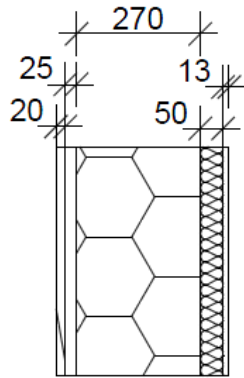
- puhallusvilla 400 mm
- SPU-eriste 100 mm
- koolaus k400 25 mm
- höyrynsulkumuovi
- pintamateriaali 13 mm

Yläpohjan kokonaispaksuus = 538 mm

U-arvo = 0,07 W/m²K

5.1.2 Ulkoseinä

Kuvassa 15 esitetään passiivitalon ulkoseinärakenne, jonka eristeinä ovat Runkoplatina ja villa.



Kuva 15. Passiivitalon ulkoseinärakenne.

Rakenne

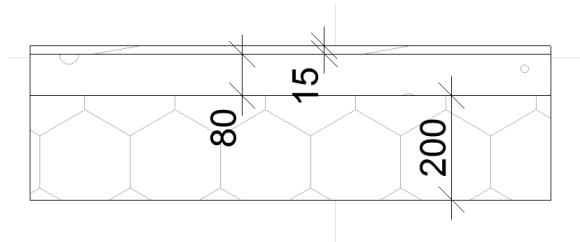
- ulkovuoripaneeli 20 mm
- tuuletusrako 25 mm
- runkoplatina seinäeriste 270 mm
- 50x100 runkotoikka upotettuna runkoplatinaan
- mineraalivilla 50 mm
- höyrynsulkumuovi
- pintamateriaali, kipsilevy 13 mm

Ulkoseinän kokonaispaksuus = 378 mm

U-arvo = 0,09 W/m²K

5.1.3 Alapohja

Kuvassa 16 esitetään passiivitalon alapohjarakenne, jonka eristeenä on EPS.



Kuva 16. Passiivitalon alapohjarakenne.

Rakenne

- pintamateriaali, laminaatti 15 mm
- teräsbetoni-laatta 80 mm
- EPS-eriste 200 mm
- kapillaarisora, hiekka
- perusmaa

Alapohjan kokonaispaksuus = 315 mm

U-arvo = 0,11 W/m²K

5.1.4 Ovet ja ikkunat

Passiivitalon ikkunoilta vaaditaan parempaa eristävyyttä, kuin normitalon ikkunoilta.

Ikkunan U-arvo = 0,82 W/m²K

Ulko-oven U-arvo = 0,90 W/m²K

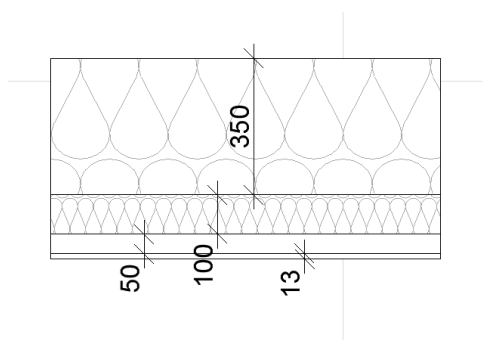
5.2 Normitalo

Normitalon tietoja.

- kerrosala 146,00 m²
- huoneistoala 127,50 m²
- tilavuus 501,95 m³
- ilmatilavuus 317,72 m³
- huonekorkeus 2,60 m
- ikkunapinta-ala 19.08 m²
- ovipinta-ala 6.3 m²
- käyttövesi ja tilat lämpiävät kaukolämmöllä
- ilmanvaihtokone Vallox 75/95, hyötysuhde 55 %

5.2.1 Yläpohja

Kuvassa 17 on esitetty normitalon yläpohjarakenne, jonka lämmöneristeinä ovat mineraalivilla ja puhallusvilla.



Kuva 17. Normitalon yläpohjarakenne.

Rakenne

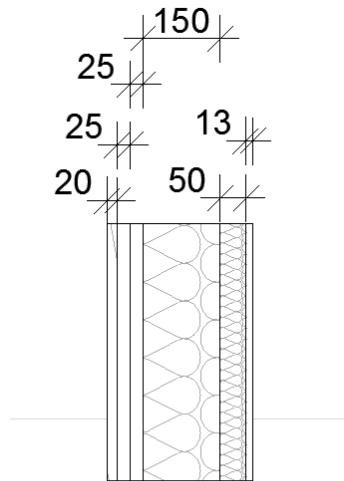
- puhallusvilla 350 mm
- mineraalivilla 100 mm
- koolaus 50 mm
- höyrynsulkumuovi
- pintamateriaali 13 mm

Yläpohjan kokonaispaksuus = 513 mm

U-arvo = 0,09 W/m²K

5.2.2 Ulkoseinä

Kuvassa 18 on esitetty normitalon ulkoseinärakenne, jonka eristeenä on mineraalivilla.



Kuva 18. Normitalon ulkoseinärakenne.

Rakenne

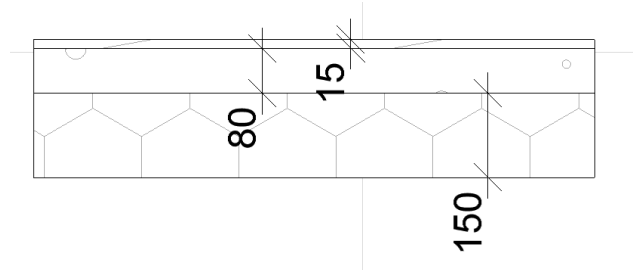
- ulkovuoripaneeli 20 mm
- tuuletusrako 25 mm
- runko 50x150 k600, mineraalivilla 150 mm
- koolaus 48x48, mineraalivilla 50 mm
- höyrynsulkumuovi
- pintamateriaali, kipsilevy 13 mm

Ulkoseinän kokonaispaksuus = 258 mm

U-arvo = 0,17 W/m²K

5.2.3 Alapohja

Kuvassa 19 on esitetty normitalon alapohjarakenne, jonka eristeenä on EPS.



Kuva 19. Normitalon alapohjarakenne.

Rakenne

- pintamateriaali, laminaatti 15 mm
- teräsbetoni-laatta 80 mm
- EPS-eriste 150 mm
- kapillaarisora, hiekka
- perusmaa

Alapohjan kokonaispaksuus = 245 mm

U-arvo = 0,16 W/m²K

5.2.4 Ovet ja ikkunat

Normitalon ikkunat ja ovet ovat heikommin eristäviä kuin passiivitaloissa.

Ikkunan U-arvo 1,0 W/m²K

Ulko-oven U-arvo 1,0 W/m²K

6 ENERGIANKULUTUKSEN VERTAILU JA ANALYSOINTI

Lähtötietojen perusteella pystyttiin jo oletamaan passiivitalon menestyvän paremmin energiatehokkuusvertailussa. Passiivitalon seitsemän kertaa tiiviimpi vaippa normitalon kriteerit täyttävää vaippaa vastaan ei laskelmien perusteellakaan pettänyt, vaan näytti energiatehokkuutensa. Odotuksista huolimatta passiivitalo ei yltänyt laskelmissa energiatehokkuusluokkaan A, vaan jäi 27 pisteen päähän sijoittuen B-luokkaan luvulla 118. A-luokkaan talo olisi yltänyt, jos esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmällä olisi ollut parempi hyötysuhde ja itse tuotetun energian määrä olisi ollut suurempi. Voidaankin todeta, että E-lukuun vaikuttaa moni muu asia kuin pelkästään ulkovaipan tiiveys ja eristävyys.

Normitalo sijoittui sille tyypilliseen energiatehokkuusluokkaan C, luvulla 184. Normitalon lämmitysenergian tarve yllätti laskelmissa, kun sen määrä oli vain $58 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$. Passiivitalon lämmitysenergian tarve oli puolestaan $32 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$, joka on $2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$ enemmän kuin kriteereihin on asetettu. Tässä on kuitenkin syytä huomioida Kajaanin kylmä ilmasto ja sen tuoma lisärasite, joten mielestäni tämän vertainen ylitys sallittaneen Kajaanissa sijaitsevalle passiivitalolle. Vertailuarvoa lämmitysenergian tarpeelle voidaan hakea käyttöveden lämmitykseen menevästä energianmäärästä, joka on peräti $1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$ enemmän. Mielestäni tämä lukema kertoo paljon nykyristeistä ja passiivitalojen energiatehokkuudesta.

Saatujen tulosten perusteella passiivitalo on päästöjen ja kustannusten perusteella järkevä vaihtoehto omakotitaloa suunnittelevalle. Passiivitalon kuluttama lämmitysenergian määrä antaa monelle vapauksia suunnitella suurempia taloja pelkäämättä lämmityskustannusten nousua kohtuuttomiksi. Nykyisten energian hintojen ja koko ajan tiukentuvien rakennusmääräysten vuoksi on järkevää paneutua passiivirakentamiseen ja sen tuomiin etuihin.

LÄHTEET

- 1 Passiivitalon määritelmä. [WWW-dokumentti]
<<http://www.passiivi.info/data.php?sivu=maarittely>>
(luettu 25.3.2013)
- 2 Passiivitalon määritelmä. [WWW-dokumentti]
<http://www.passiivi.info/download/passiivitalon_maaritelma.pdf>
(luettu 25.3.2013)
- 3 Passiivitalon suunnittelu. [WWW-dokumentti]
<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=107878&lan=fi>>
(luettu 26.3.2013)
- 4 Rakennusten energiatehokkuus, D3. [WWW-dokumentti]
<http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf>
(luettu 8.4.2013)
- 5 Pientalon energiatehokkuuden parantaminen. [WWW-dokumentti]
<http://www.prkk.fi/files/pdf/2612/1_09vkpientalon.pdf>
(luettu 28.3.2013)
- 6 Rakentamismääräyksillä energiatehokkuutta uudisrakentamiseen.
[WWW-dokumentti]
<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136412&lan=fi>>
(luettu 29.3.2013)
- 7 Isover, passiivirakentaminen. [WWW-dokumentti]
<<http://www.isover.fi/passiivitalo/passiivirakentaminen/rakenteet>>
(luettu 29.3.2013)

- 8 Matalaenergiarakentamisen tulevaisuuden näkymät. [WWW-dokumentti]
<http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_201_403_994_2095_43/http%3b/tekes-ali2%3b7087/publishedcontent/publish/programmes/yhdyskunta/documents/seminaarit/jyrinieminen.pdf>
(luettu 1.4.2013)
- 9 Motiva, energiatodistus. [WWW-dokumentti]
<<http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/>>
(luettu 1.4.2013)
- 10 Motiva, energiatodistuksen laskenta. [WWW-dokumentti]
<<http://www.motiva.fi/rakentaminen/energiatodistus>>
(luettu 1.4.2013)
- 11 E-luku ohjaa rakentamista. [WWW-dokumentti]
<http://www.rakentaja.fi/artikkelit/9220/eluku_ohjaa_rakentamista.htm>
(luettu 1.4.2013)
- 12 Puuinfo, energiatehokkuusvaatimukset. [WWW-dokumentti]
<<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/rakentamismaaraykset/energiatehokkuusvaatimukset/energiatehokkuusvaatimukset172012.pdf>>
(luettu 1.4.2013)
- 13 D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. [WWW-dokumentti]
<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135289&lan=fi>>
(luettu 1.3.2013)

- 14 Energian säästö. [WWW-dokumentti]
<http://www.edu.fi/yleissivistava_koulutus/aihekokonaisuudet/kestaava_kehitys/teemoja/energian_tuotanto_ja_kaytto/muutoksen_aika>
(luettu 1.3.2013)
- 15 Kodin energiankäyttö. [WWW-dokumentti]
<http://www.stek.fi/energia_ja_ymparisto/mihin_energiaa_tarvitaan/fi_FI/kodin_energiankaytto/>
(luettu 2.4.2013)
- 16 Motiva, lämmönkulutus. [WWW-dokumentti]
<http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/lammonkulutus>
(luettu 3.4.2013)
- 17 Motiva, sähkönkulutus. [WWW-dokumentti]
<http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/sahkonkulutus>
(luettu 3.4.2013)
- 18 Motiva, veden kulutus. [WWW-dokumentti]
<http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus>
(luettu 3.4.2013)
- 19 Eristämisen vaikutus lämmitystehokkuuteen. [WWW-dokumentti]
<<http://www.purmo.com/fi/clever/opas-eristamisen-vaikutus-lammitystehokkuuteen.htm>>
(luettu 3.4.2013)

- 20 Hyvän routasuojauksen edellytykset. [WWW-dokumentti]
<<http://www.thermisol.fi/erista-oikein/eristaminen/maanvastaisen-perustuksen-routasuojaus>>
(luettu 3.4.2013)
- 21 Kylmänsillat. [WWW-dokumentti]
<<http://www.schoeck.fi/fi/tuotteet/laempoeeristys-2>>
(luettu 3.4.2013)
- 22 Ikkunoiden energiatehokkuus. [WWW-dokumentti]
<<http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/energiakorjaukset/energiankulutus-asuinkerrostalossa/ikkunoiden-energiatehokkuus.html>>
(luettu 4.4.2013)
- 23 Pientalon lämmitysjärjestelmät. [WWW-dokumentti]
<http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf>
(luettu 4.4.2013)
- 24 C3 rakennusten lämmöneristys [WWW-dokumentti]
<http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010-suomi_221208.pdf>
(luettu 9.4.2013)
- 25 Vertia, ilmanvuotoluku. [WWW-dokumentti]
<<http://www.vertia.fi/tiiveysmittaus/ilmanvuotoluku>>
(luettu 9.4.2013)
- 26 Määritelmiä ja termejä. [WWW-dokumentti]
<http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/maaritelmia_ja_termeja>
(luettu 9.4.2013)

- 27 E-luku. [WWW-dokumentti]
<<http://www.laskentapalvelut.fi>>
(luettu 8.4.2013)

Passiivitalon E-luku-laskelmat

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistusvuosi	2013	Lämmitetty nettoala	127.50	m²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.6	m³/(h m²)		
	A m²	U W/(m²K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	131.12	0.09	11.80	16.99
Yläpohja	140.16	0.07	9.81	14.13
Alapohja	140.16	0.11	15.42	22.20
Ikkunat	19.08	0.82	15.65	22.53
Ulkiovet	6.30	0.80	5.67	8.16
Kylmäsiilat	-	-	11.11	15.99
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m²	U W/(m²K)	g kohtausarvo	
Luode	8.58	0.82	0.56	
Kaakko	10.50	0.82	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Enervent Pingvin eco ECE			
	Ilmavirta tulo/poisto (m³/s) / (m³/s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m³/s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.051 / 0.051	1.99	> 80,5	-10.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.051 / 0.051	1.99	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		72 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Hybridilämmitys Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m²vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.73	80 %		2.88
LKV:n valmistus	0.73	85 %		1.44
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi säästää lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerrotimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm³/(m²vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m²vuosi)		
Lämmin käyttövesi	568.00	33		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m²	Kuluttajalaitteet W/m²	Valaistus W/m²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	- 80 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka

Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi

2013

Lämmitetty nettoala, m²

127.50

E-luku, kWhE/(m²vuosi)

118 (< raja=194)

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/(m²vuosi)
Sähkö	4344	1.70	7385	58
Uusiutuva polttoaine (Puu)	15097	0.50	7549	59
YHTEENSÄ	19441		14933	117

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

Aurinkokeräimet	kWh/vuosi 1310	kWh/(m²vuosi) 10.27
-----------------	-------------------	------------------------

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m²vuosi)	Lämpö kWh/(m²vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m²vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.9	26.9	
Tuloilman lämmitys		11.9	
Lämpimän käyttöveden valmistus	1.4	42.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	7.0		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
YHTEENSÄ	34.1	80.8	0

(1) Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettolähte

	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	4061	32
Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys (3)	1111	9
Lämpimän käyttöveden valmistus	4200	33
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotilman, korvausilman ja tuloilman lämmityksen tilassa

(3) laskettu lämmintalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinko	4072	31.94
Ihmiset	1340	10.51
Kuluttajalaitteet	2010	15.76
Valaistus	894	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	210	1.65

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (17.3.2013)

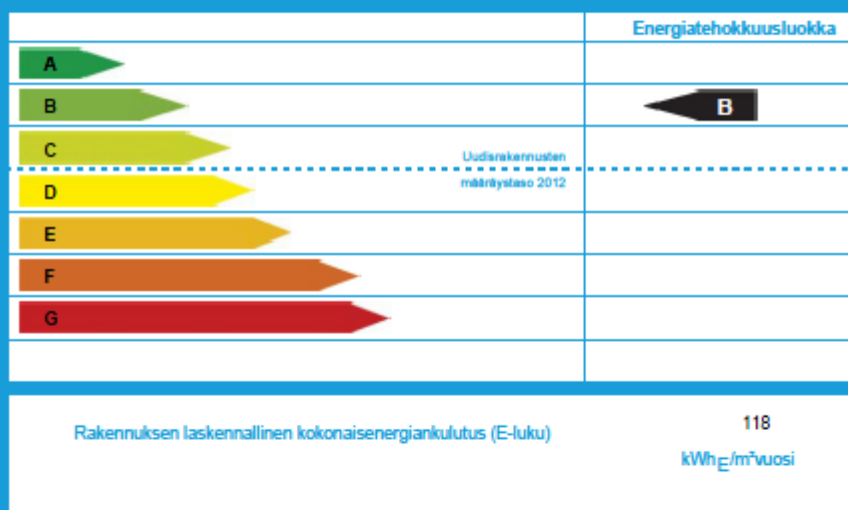
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: OKT Heikkinen
Tuohitorventie 11
87250 Kajaani

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: 2013

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)

Todistustunnus:



Todistuksen laatija:
Antti Tolonen

Yritys:
Kodintaito Oy

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
04.04.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
04.04.2023

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistusvuosi	2013	Lämmitetty nettoala	127.50	m²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.6	m³/(h m²)		
	A m²	U W/(m²K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	131.12	0.09	11.80	16.99
Yläpohja	140.16	0.07	9.81	14.13
Alapohja	140.16	0.11	15.42	22.20
Ikkunat	19.08	0.82	15.65	22.53
Ulkiovet	6.30	0.90	5.67	8.16
Kylmäsiilat	-	-	11.11	15.99
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m²	U W/(m²K)	g kohtisuora-arvo -	
Luode	8.58	0.82	0.56	
Kaakko	10.50	0.82	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Enervent Pingvin eco ECE			
	Ilmavirta tulo/poisto (m³/s) / (m³/s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m³/s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.051 / 0.051	1.99	> 80,5	-10.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.051 / 0.051	1.99	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		72 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Hybridilämmitys Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde -	Lämpö- kerroin (1) -	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m²vuosi) -
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.73	80 %	-	2.88
LKV:n valmistus	0.73	85 %	-	1.44
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle (2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerrotimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu	-	-		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin -			
Jäähdytysjärjestelmä				
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm³/(m²vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m²vuosi)		
Lämmin käyttövesi	568.00	33		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste -	Henkilöt W/m²	Kuluttajalaitteet W/m²	Valaistus W/m²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	8.00
Valaistus	10 %	-	-	-

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka		Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)		
Rakennuksen valmistusvuosi		2013		
Lämmitetty nettoala, m²		127.50		
E-luku, kWhE/(m²vuosi)		118 (< raja=104)		
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi	kWhE/(m²vuosi)
Sähkö	4344	1.70	7385	58
Uusiutuva polttoaine (Puu)	15097	0.50	7549	59
YHTEENSÄ	19441		14933	117
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
Aurinkokeräimet		kWh/vuosi 1310	kWh/(m²vuosi) 10.27	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m²vuosi)	Lämpö kWh/(m²vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m²vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.9	26.9	
Tuloilman lämmitys			11.9	
Lämpimän käyttöveden valmistus		1.4	42.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		7.0		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		34.1	80.8	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		4061	32	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		1111	9	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	33	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa (3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m² a)	
Aurinko		4072	31.94	
Ihmiset		1340	10.51	
Kuluttajalaitteet		2010	15.76	
Valaistus		894	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		210	1.65	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (17.3.2013)		

ENERGIASELVITYS

RakMk D3 2012 ja RakMk D5 2012

Kohde: OKT Heikkinen
Osoite: Tuohitorventie 11
87250 Kajaani

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:
Hybridilämmitys

Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:
Hybridilämmitys

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:
Enervent Pingvin eco ECE

Selvityksen antaja (pääsuunnittelija):
Tommi Vornanen

Selvityksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Selvityksen antamispäivä:
04.04.2013

ENERGIASELVITYKSEN PÄÄTIEDOT (RakMk D3, kappale 5.)			
Rakennuskohde			
Osoite	Tuohitorventie 11, 87250 Kajaani		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Pientalo		
Rakennusvuosi	2013		
Lämmitetty nettoala	127.50	m ²	
Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)			
	Ostoenergia kWh/(m ² a)	E-luku kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys (2)	65.83	36.37	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	11.93	5.97	
Lämmin käyttövesi	44.96	24.21	
Sähkölaitteet	29.75	50.57	
Jäähdytys	0.00	0.00	
Yhteensä	152.48	117.13	
(2) sisältää vuotilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa.			
(3) jälkilämmityspatteri, laskettu lämmönlähteenon kanssa.			
	E-luku	118	kWh/(m ² a)
	E-luvun raja-arvo	194	kWh/(m ² a)
Todellinen ostoenergia			
	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	14546	114.09	
Ilmanvaihdon lämmitys	3168	24.85	
Lämmin käyttövesi	5929	46.50	
Sähkölaitteet	4559	35.76	
Jäähdytys	0	0.00	
Yhteensä	28203	221.20	
Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisilla säätiedoillä.			
(E-luku laskennassa käytetty vyöhykettä I)			
Energialaskennan lähtötiedot ja tulokset			
RakMk D3 2012 kohdan 5.3 mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Kesäaikainen huonelämpötila kohdan 2.2 mukaan ja tarvittaessa jäähdytysteho			
RakMk D3 2012 kohdan 2.2 mukaan.			
(muille kuin pientaloille erillisen laskelman mukaan)			
Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus			
RakMk D3 2012 kohdan 2.4 mukaan erillisessä liitteessä.			
Rakennuksen lämmitysteho mitoitusilanteessa			
	kW	W/m ²	
Tilojen lämmitys	4.08	32	
Ilmanvaihdon lämmitys (jälkilämmityspatteri)	1.79	14	
Lämmin käyttövesi	41.95	329	
Jäähdytys	0.00	0	
Rakennuksen lämmitystehontarve	53.04	416	
Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisilla mitoitusarvoilla.			
Lämpimän käyttöveden tehontarve hetkellisen mitoitusvirtaaman mukaan.			
Rakennuksen energiatodistus			
Energiatodistusasetuksen 2013 (tai energiatodistusasetus 2007) mukaisesti erillisessä liitteessä.			
E-luokka:	B	(Energiatodistusasetuksen 2013 mukaisesti)	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero			
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (17.3.2013)		

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Pää tiedot

Rakennuskohde:

Osoite 1:

Osoite 2:

Todistustunnus:

Rakennustunnus:

Rakennusluvan hakemisvuosi:

Valmistumisvuosi:

Rakennuksen käyttötarkoitus:

Pääsuunnittelija:

Laskelman tekijä:

Yritys:

Päiväys:

Sijainti/paikkakunta:

Rakennusluokka:

Kerroslukumäärä:

Rakennustilavuus (m³):

Rakennuksen ilmatilavuus (m³):

Maanpäällinen kerrostasoala (m²):

Lämmitetty nettoala Anetto (m²):

Lämpökapasiteetti Crak omin (Wh/m³K):

Asuntojen lukumäärä:

Laskentamallin tila:

OKT Heikkinen

Tuohitorventie 11

87250 Kajaani

2012

2013

Pientalo

Tommi Vornanen

Antti Tolonen

Kodintaito Oy

04.04.2013

Kajaani=3

1 Pientalo

1

501.95

317.72

146.00

127.50

40

1

Ei tiedossa

Rakennuslupa hyväksytty (pvm):

Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):

-

-

Rakennneosat

rakenneos:

Pinta-ala:

U-arvo:

g-arvo:

Fverho *

m²

W/m²K

Fkehä:

Ulkoseinä ulkoilmaa vasten

131.12

0.09

Yläpohja ulkoilmaa vasten

140.16

0.07

Alapohja (maanvastainen)

140.16

0.11

Ikkunat luoteeseen

8.58

0.82

0.50

0.75

Ikkunat kaakkoon

10.50

0.82

0.50

0.75

Ulko-ovet

6.3

0.90

Alapohjan alapuolinen maa

Savi, salaojitettu hiekka tai sora

Kylmäsiilit

Kylmäsiilit:

Pituus:

Lisäkonduktanssi:

m

W/mK

US-US (ulkonurkka)

18.156

0.04

US-US (sisänurkka)

6.052

-0.04

US-YP

49.71

0.05

US-AP

49.71

0.1

US-ikkunat

59.94

0.04

US-ovet

19.20

0.04

Ilmanvaihto

Vaipan ilmanvuodot:

Ilmanvuotoluku q50:

0.6

Ilmanvaihto:

Kuvaus

LTO %:

Ominaisähkäteho/SFP-luku (kW/m³/s):

Enervent Pingvin eco ECE

72

1.99

Rakennuskohde	OKT Heikkinen, Tuohitorventie 11, 87250 Kajaani
Rakennustyyppi	Pientalo
Pääsuunnittelija	Tommi Vornanen
Tasauslaskelman tekijä	Antti Tolonen
Päiväys	04.04.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET

Rakennuksen laajuustiedot

Laskentatuloksia

Rakennustilavuus	501.95	rak-m³	- Julkisivujen pinta-ala on 157 m²
Maanpäälliset kerrostasot yhteensä	146.00	m²	- Ikkunapinta-ala on 13 % maanpäällisestä kerrostasotilasta
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	127.50	m²	- Ikkunapinta-ala on 12 % julkisivujen pinta-alaista
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0	m²	- Lämpöäviö on 51 % vertailutasosta (lämpimät tilat)
Rakennusluokka (1-9)	1		- Lämpöäviö on 0 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)
Rakennuksen kerrosmäärä	1	kerrosta	

Perustiedot

RAKENNUSOSAT	Pinta-ala, m² [A]		U-arvot, W/(m² K) [U]			Lämpöäviöiden tasaus Ominaislämpöäviö, W/K [H _{joht} = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat							
Ulkoseinä	128.30	131.12	0.17	0.60	0.09	21.81	11.80
Hirsiseinä	0.00	0.00	0.40	0.60	0.40	0.00	0.00
Yläpohja	140.16	140.16	0.09	0.60	0.07	12.61	9.81
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)	0.00		0.09	0.60	0.09	0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)	0.00		0.17	0.60	0.16	0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen) 2)	140.16		0.16	0.60	0.11	22.43	15.42
Muu maanvastainen rakennusosa 2)	0.00		0.16	0.60	0.16	0.00	0.00
Ikkunat	21.90	19.08	1.00	1.80	0.82	21.90	15.65
Uiko-ovet ja tuuletusluukut 3)	6.30		1.00	-	0.90	6.30	5.67
Kattoikkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.00	1.80 / 2.00	1.00	0.00	0.00
Lämpimät tilat yhteensä	436.82	436.82				85.05	58.35
Puoliämpimät tilat tai määrälliset rakennukset							
Ulkoseinä			0.26	0.60			
Hirsiseinä			0.60	0.60			
Yläpohja			0.14	0.60			
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)			0.14	0.60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)			0.26	0.60			
Alapohja (maanvastainen) 2)			0.24	0.60			
Muu maanvastainen rakennusosa 2)			0.24	0.60			
Ikkunat			1.40	2.80			
Uiko-ovet ja tuuletusluukut 3)			1.40	-			
Kattoikkunat / -kuvut			1.40	2.80			
Puoliämpimät tilat yhteensä							
VAIPAN ILMAVUODOT							
	Ilmanvuotoluku m³/(h m²) [q ₅₀]		Vuotolimavirta, m³/s [q _{v,v} = q ₅₀ /36 x A/3800]			Ominaislämpöäviö, W/K [H _v vuotolima = 1200* q _{v,v}]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo		Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Vuotolima							
Lämpimät tilat	2.0	0.60	0.0069	0.0021		8.32	2.50
Puoliämpimät tilat	2.0						
ILMANVAIHTO							
	Poistolimavirta, m³/s [q _{v,p}]		LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _a]			Ominaislämpöäviö, W/K [H _{lv} = 1200* q _{v,p} * (1-η _a)]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo		Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihto							
Lämpimät tilat		0.051	45	72.00		33.66	17.14
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0		0.00	0.00
Puoliämpimät tilat			45				
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0			
Rakennuksen lämpöäviöiden tasaus							
						Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimien tilojen ominaislämpöäviö yhteensä						127.03	77.98
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöäviö yhteensä							

Rakennuskohde	OKT Heikkinen, Tuohitorventie 11, 87250 Kajaani
Rakennuslupatunnus	

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)			
Pinta-alat			
Vertailukunapinta-ala on 15 % yhteenlasketusta maanpäällisistä kerrostasolaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alaista	<input checked="" type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisulissa			
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Puoliämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien U-arvot			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruista	<input checked="" type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusvalpan ilmanpitävyys			
Rakennusvalpan ilmanvuotoluvun q50 suunniteltu arvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enimmäisarvo Suunniteltu arvo
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4,00 0,60 W/K
- Puoliämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4,00 0,60 W/K
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vertailuarvo Suunniteltu arvo
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	127,03 W/K 77,98 W/K
- Puoliämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,00 W/K 0,00 W/K
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tarkistuslistan yhteenveto			
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	<input checked="" type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lisäselvitykset			
Rakennuksen vuotolima			
Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvalpan ilmanvuotoluvun q50 suunniteltu arvoa. Suunnitteluarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Alle 100 m ² loma-asunnon rakennusvalpan ilmanvuotoluvulle q50 ei ole vaatimusta eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää rakennusvalpan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvona rakennusvalpan ilmanvuotoluvun vertailuarvoa.			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Alle 100 m ² loma-asunnon ilmanvaihdon LTO:lle ei ole vaatimusta eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluarvona LTO:n vuosihyötysuhteen vertailuarvoa.			

- 1) Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämmönläpisykerroimen laskennassa voidaan ottaa huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotulinen keskilämpötila, jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alaista. Tällöin osan C4 ohjeen mukaan yksilyskohtaisesti lasketun U-arvon sijaan voidaan käyttää rakenteen U-arvoa kerrottuna kertoimella 0,9. Jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alaista, alapohja lasketaan ulkoilmaan rajoittuvana.
- 2) Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpisykerroin voidaan osan C4 mukaisesti laskea yksinkertaisesti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaisesti menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.
- 3) Ulko-ovien ja tuuletusluukuihin sisältyvät myös savunpoisto-, uloskäynti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.

Normitalon E-luku-laskelmat

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2013	Lämmitetty nettoala	127.50	m²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4	m³/(h m²)		
	A m²	U W/(m²K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	131.12	0.17	22.29	23.92
Yläpohja	140.16	0.09	12.61	13.54
Alapohja	140.16	0.16	22.43	24.07
Ikkunat	19.08	1.00	19.08	20.48
Ulkiovet	6.30	0.90	5.67	6.08
Kylmäsiilit	-	-	11.11	11.92
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m²	U W/(m²K)	g kohtainen arvo -	
Luode	8.58	1.00	0.56	
Kaakko	10.50	1.00	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Vallox 75/95			
	Ilmavirta tulo/poisto (m³/s) / (m³/s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m³/s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.051 / 0.051	2.5	> 45	5.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.051 / 0.051	2.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 55 %				
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Kaukolämpö			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m²vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.94	80 %		3.10
LKV:n valmistus	0.94	100 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle (2) lämpöpumpujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerrotimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm³/(m²vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m²vuosi)		
Lämmin käyttövesi	568.00	33		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m²	Kuluttajalaitteet W/m²	Valaistus W/m²
	-	2.00	3.00	
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %			
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka

Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistusvuosi

2013

Lämmitetty nettoala, m²

127.50

E-luku, kWhE/(m²vuosi)

184 (< raja=194)

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/(m²vuosi)
Sähkö	7812	1.70	12940	101
Kaukolämpö	12487	0.70	8741	69
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	13
YHTEENSÄ	23432		23348	183

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m²vuosi)	Lämpö kWh/(m²vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m²vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	3.1	53.4	
Tuloilman lämmitys	25.1		
Lämpimän käyttöveden valmistus		38.7	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	8.8		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
YHTEENSÄ	59.8	92.1	0

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	7448	58
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	3196	25
Lämpimän käyttöveden valmistus	4200	33
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotuilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinko	4072	31.94
Ihmiset	1340	10.51
Kuluttajalaitteet	2010	15.76
Valaistus	894	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	364	2.85

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (17.3.2013)

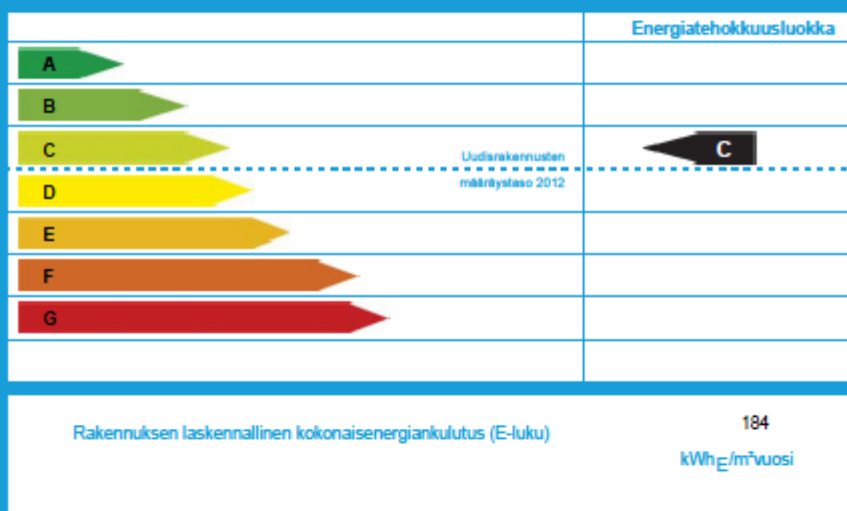
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: OKT Normitalo (kuvitteellinen)
Tuohitorventie 11
87250 Kajaani

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: 2013

Rakennuksen käyttötarkoitusero: Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)

Todistustunnus:



Todistuksen laatija:
Antti Tolonen

Yritys:
Kodintaito Oy

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
04.04.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
04.04.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAEHOVUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m²	127.50			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Kaukolämpö			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Vallox 75/95			
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/a	kWh/(m² vuosi)		kWhE/(m² vuosi)
Sähkö	7612	60	1.70	101
Kaukolämpö	12487	98	0.70	89
Puu	3333	26	0.50	13
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	2907	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				184

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokittelustaieikko	Luokka 1, Erilliset pientalot		
Luokkien rajat asteikolla	A: ...91	B: 92 ... 155	C: 156 ... 194
	D: 195 ... 274	E: 275 ... 404	F: 405 ... 474
	G: 475 ...		
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	C		

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäyttöä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulaapitoilmmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIAEHOVUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
<p>Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2013	Lämmitetty nettoala	127.50	m²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4	m³/(h m²)		
	A m²	U W/(m²K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	131.12	0.17	22.29	23.92
Yläpohja	140.16	0.09	12.61	13.54
Alapohja	140.16	0.16	22.43	24.07
Ikkunat	19.08	1.00	19.08	20.48
Ulkiovet	6.30	0.90	5.67	6.08
Kylmäsiilat	-	-	11.11	11.92
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m²	U W/(m²K)	g kohtisuora arvo	
Luode	8.58	1.00	0.56	
Kaakko	10.50	1.00	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Vaakatasa	-	-	-	
Vaakatasa (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Vallox 75/95			
	Ilmavirta tulo/poisto (m³/s) / (m³/s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m³/s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.051 / 0.051	2.5	> 45	C
Erillispoistot	-	-	-	5.00
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.051 / 0.051	2.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 55 %				
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Kaukolämpö			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m²vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.94	80 %		3.10
LKV:n valmistus	0.94	100 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerrotimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm³/(m²vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m²vuosi)		
Lämmin käyttövesi	568.00	33		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m²	Kuluttajalaitteet W/m²	Valaistus W/m²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	80 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka

Pientalo (Luokka 1, Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi

2013

Lämmitetty nettoala, m²

127.50

E-luku, kWhE/(m²vuosi)

184 (< raja=194)

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/(m²vuosi)
Sähkö	7612	1.70	12940	101
Kaukolämpö	12487	0.70	8741	69
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	13
YHTEENSÄ	23432		23348	183

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m²vuosi)	Lämpö kWh/(m²vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m²vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	3.1	53.4	
Tuloilman lämmitys	25.1		
Lämpimän käyttöveden valmistus		38.7	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	8.8		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
YHTEENSÄ	59.8	92.1	0

(1) Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys ilmassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	7448	58
Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys (3)	3196	25
Lämpimän käyttöveden valmistus	4200	33
Jäähdytys	0	0

(2) sisältyy vuotilman, korvausilman ja tuloilman lämmitykseen ilmassa

(3) laskettu lämmityslaitteen osalta

Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinko	4072	31.94
Ihmiset	1340	10.51
Kuluttajalaitteet	2010	15.76
Valaistus	894	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	364	2.85

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (17.3.2013)

ENERGIASELVITYS

RakMk D3 2012 ja RakMk D5 2012

Kohde: OKT Normitalo (kuvitteellinen)
Osoite: Tuohitorventie 11
87250 Kajaani

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Kaukolämpö

Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Kaukolämpö

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

Vallox 75/95

Selvityksen antaja (pääsuunnittelija):
Antti Tolonen

Selvityksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Selvityksen antamispäivä:
04.04.2013

ENERGIASELVITYKSEN PÄÄTIEDOT (RakMk D3, kappale 5.)			
Rakennuskohde			
Osoite	Tuohitorventie 11, 87250 Kajaani		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Pientalo		
Rakennusvuosi	2013		
Lämmitetty nettoala	127.50	m ²	
Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)			
	Ostoenergia kWh/(m ² a)	E-luku kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys (2)	88.06	58.12	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	25.06	42.61	
Lämmin käyttövesi	41.12	28.78	
Sähkölaitteet	31.54	53.61	
Jäähdytys	0.00	0.00	
Yhteensä	183.78	183.12	
(2) sisältää vuotolman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa.			
(3) jälkilämmityspatterit, laskettu lämmöntalteenoton kanssa.			
	E-luku	184	kWh/(m ² a)
	E-luvun raja-arvo	194	kWh/(m ² a)
Todellinen ostoenergia			
	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	14450	113.33	
Ilmanvaihdon lämmitys	2847	22.33	
Lämmin käyttövesi	5243	41.12	
Sähkölaitteet	3881	30.44	
Jäähdytys	0	0.00	
Yhteensä	26421	207.22	
Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisilla säätödoilla.			
(E-luku laskennassa käytetty vyöhykettä I)			
Energialaskennan lähtötiedot ja tulokset			
RakMk D3 2012 kohdan 5.3 mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Kesäaikainen huonelämpötila kohdan 2.2 mukaan ja tarvittaessa jäähdytysteho			
RakMk D3 2012 kohdan 2.2 mukaan.			
(muille kuin pientaloille erillisen laskelman mukaan)			
Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus			
RakMk D3 2012 kohdan 2.4 mukaan erillisessä liitteessä.			
Rakennuksen lämmitysteho mitoitusilanteessa			
	kW	W/m ²	
Tilojen lämmitys	5.23	41	
Ilmanvaihdon lämmitys (jälkilämmityspatterit)	1.66	13	
Lämmin käyttövesi	41.85	329	
Jäähdytys	0.00	0	
Rakennuksen lämmitystehontarve	54.44	427	
Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisilla mitoitusarvoilla.			
Lämpimän käyttöveden tehontarve heikolla mitoitusvirteaman mukaan.			
Rakennuksen energiatodistus			
Energiatodistusasetuksen 2013 (tai energiatodistusasetus 2007) mukaisesti erillisessä liitteessä.			
E-luokka:	C	(Energiatodistusasetuksen 2013 mukaisesti)	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero			
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (17.3.2013)	

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Pää tiedot

Rakennuskohde:

OKT Normitalo (kuvitteellinen)

Osoite 1:

Tuohitorventie 11

Osoite 2:

87250 Kajaani

Todistustunnus:

Rakennustunnus:

Rakennusluvan hakemisvuosi:

2012

Valmistumisvuosi:

2013

Rakennuksen käyttötarkoitus:

Pientalo

Pääsuunnittelija:

Antti Tolonen

Laskelman tekijä:

Antti Tolonen

Yritys:

Kodintaito Oy

Päiväys:

04.04.2013

Sijainti/paikkakunta:

Kajaani=3

Rakennusluokka:

1 Pientalo

Kerroslukumäärä:

1

Rakennustilavuus (m³):

501.85

Rakennuksen ilmatilavuus (m³):

317.72

Maanpäällinen kerrosala (m²):

146.00

Lämmitetty nettoala Anetto (m²):

127.50

Lämpökapasiteetti Crak omin (Wh/m³K):

40

Asuntojen lukumäärä:

1

Laskentamallin tila:

Ei tiedossa

Rakennuslupa hyväksytty (pvm):

-

Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):

-

Rakenneosat

rakenneosa:

Pinta-ala:

U-arvo:

g-arvo:

Fverho *

m²

W/m²K

Fkehä:

Ulkoseinä ulkoilmaa vasten

131.12

0.17

Yläpohja ulkoilmaa vasten

140.16

0.09

Alapohja (maanvastainen)

140.16

0.16

Ikkunat luoteeseen

8.58

1.00

0.50

0.75

Ikkunat kaakkoon

10.50

1.00

0.50

0.75

Ulkiovet

6.3

0.90

Alapohjan alapuolinen maa

Savi, salaojitettu hiekka tai sora

Kylmäsiilat

Kylmäsiilat:

Pituus:

Lisäkonduktanssi:

m

W/mK

US-US (ulkonurkka)

18.156

0.04

US-US (sisänurkka)

6.052

-0.04

US-YP

49.71

0.05

US-AP

49.71

0.1

US-ikkunat

58.94

0.04

US-ovet

19.20

0.04

Ilmanvaihto

Vaiipan ilmanvuodot:

Ilmanvuotoluku q50:

4

Ilmanvaihto:

Kuvaus

Vallox 75/85

LTO %:

55

Ominaislämpöteho/SFP-luku (kW/m³/s):

2.5

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Muu ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho (W):	0												
Tuloilman lämpötilan asetusarvo:	21 astetta												
Jäteilman lämpötila mitoitusilanteessa:	5 astetta												
Poistoilmamäärän suunnitteluarvo (L/s):	44.625												
Poistoilmamäärän suunnitteluarvo ilman LTO-vaatimusta (L/s):	0												
Tuloilman suhde poistoilmavirtaan:	0.9												
Lämpötilan nousu puhaltimessa:	0.5 astetta												
IV-laitteessa automaattinen LTO:n poiskytkentä asetuslämpötilan ylittyessä:	Ei												
LTO:n ja jälkilämmityspatterin kuukausipäälläolo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	x	x	x	x	x				x	x	x	x	

Lämmitysjärjestelmä

Käyttöveden lämmitys:

Kuvaus	Kaukolämpö	
Käyttöveden varaajahäviöt (kWh/vuosi):	728	
Käyttöveden kiertojohdon häviöt (kWh/vuosi):	0	
Käyttöveden siirron hyötysuhde:	1	
Käyttöveden mitoitusvirtaama (litra/s):	0.2	
Käyttöveden kiertojohdon ominaisteho (W/m ²):	0	
Sähkölämmityksen hyötysuhde (käyttövesi):	1	

Tilojen lämmitys:

Kuvaus	Kaukolämpö	
Lämmityksen varaajahäviöt (kWh/vuosi):	0	
Lämmön jakelujärjestelmän hyötysuhde:	0.8	
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteet (kWh/m ²):	2.5	
Varaavien tulisijojen lukumäärä:	1	
Tulisijojen kokonaisvuosihyötysuhde:	0.6	
Ilmalämpöpumpppujen lukumäärä:	0	
Sähkölämmityksen hyötysuhde (tilojen lämmitys):	1	
Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen lämmityksestä:	0	

Laskenta ja tulokset

Lämmitystapa:	Kaukolämpö
Jälkilämmityspatteri:	Sähkö
Oma sähköntuotanto (kWh/a):	0

Rakennuskohde	OKT Noritalo (kuvitteellinen), Tuohitorventie 11, 87250 Kajaani
Rakennuslupatunnus	
Rakennustyyppi	Pientalo
Pääsuunnittelija	Antti Tolonen
Tasauslaskelman tekijä	Antti Tolonen
Päiväys	04.04.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET

Rakennuksen laajuustiedot

Laskentatuloksia

Rakennustilavuus	501.95	rak-m³	- Julkisivujen pinta-ala on 157 m²
Maanpäälliset kerrostasot yhteensä	146.00	m²	- Ikkunapinta-ala on 13 % maanpäällisistä kerrostasotilasta
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	127.50	m²	- Ikkunapinta-ala on 12 % julkisivujen pinta-alaista
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0	m²	- Lämpöhäviö on 99 % vertailutasosta (lämpimät tilat)
Rakennusluokka (1-9)	1		- Lämpöhäviö on 0 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)
Rakennuksen kerrosmäärä	1	kerrosta	

Perustiedot

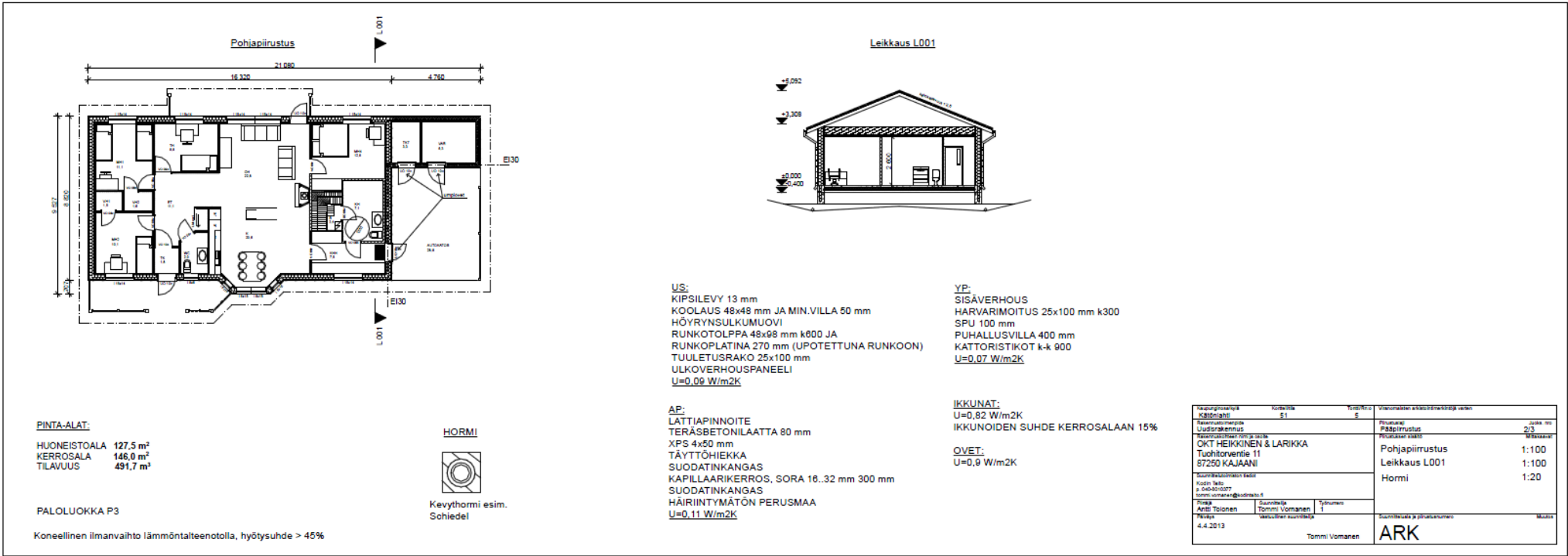
RAKENNUSOSAT	Pinta-ala, m² [A]		U-arvot, W/(m² K) [U]			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{joht} = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat							
Ulkoseinä	128.30	131.12	0.17	0.60	0.17	21.81	22.29
Hirsiseinä	0.00	0.00	0.40	0.60	0.40	0.00	0.00
Yläpohja	140.16	140.16	0.09	0.60	0.09	12.61	12.61
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)	0.00		0.09	0.60	0.09	0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)	0.00		0.17	0.60	0.16	0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen) 2)	140.16		0.16	0.60	0.16	22.43	22.43
Muu maanvastainen rakennusosa 2)	0.00		0.16	0.60	0.16	0.00	0.00
Ikkunat	21.90	19.08	1.00	1.80	1.00	21.90	19.08
Uiko-ovet ja tuuletusluukut 3)	6.30		1.00	-	0.90	6.30	5.67
Kattoikkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.00	1.80 / 2.00	1.00	0.00	0.00
Lämpimät tilat yhteensä	436.82	436.82				85.05	82.08
Puoliämpimät tilat tai määrälliset rakennukset							
Ulkoseinä			0.26	0.60			
Hirsiseinä			0.60	0.60			
Yläpohja			0.14	0.60			
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)			0.14	0.60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)			0.26	0.60			
Alapohja (maanvastainen) 2)			0.24	0.60			
Muu maanvastainen rakennusosa 2)			0.24	0.60			
Ikkunat			1.40	2.80			
Uiko-ovet ja tuuletusluukut 3)			1.40	-			
Kattoikkunat / -kuvut			1.40	2.80			
Puoliämpimät tilat yhteensä							
VAIPAN ILMAVUODOT							
	Ilmanvuotoluku m³/(h m²) [q ₅₀]		Vuotolimavirta, m³/s [q _{v,v} = q ₅₀ /36 x A/3800]			Ominaislämpöhäviö, W/K [H _v vuotolima = 1200* q _{v,v}]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Vuotolima							
Lämpimät tilat	2.0	4.00	0.0069	0.0139	8.32	16.64	
Puoliämpimät tilat	2.0						
ILMANVAIHTO							
	Poistolimavirta, m³/s [q _{v,p}]		LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _a]			Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{lv} = 1200* q _{v,p} * (1-η _a)]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto							
Lämpimät tilat		0.051	45	55.00	33.66	27.54	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0	0.00	0.00	
Puoliämpimät tilat			45				
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0			
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus							
					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					127.03	126.26	
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä							

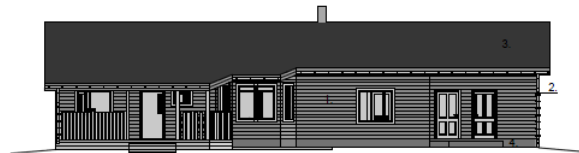
Rakennuskohde	OKT Normitalo (kuvitteellinen), Tuohitorventie 11, 87250 Kajaani
Rakennuslupatunnus	

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)				
Pinta-alat				
Vertailukkinapinta-ala on 15 % yhteenlasketusta maanpäällisistä kerrostasosaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa				
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
- Puoli-lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Rakennusosien U-arvot				
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Rakennusvalpan ilmanpitävyys				
Rakennusvalpan ilmanvuotoluvun q50 suunniteltu arvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	Enimmäisarvo	Suunniteltu arvo
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.00	4.00 W/K
- puoli-lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.00	4.00 W/K
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus				
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	Vertailuarvo	Suunniteltu arvo
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	127.03 W/K	126.26 W/K
- puoli-lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.00 W/K	0.00 W/K
Tarkistuslistan yhteenveto				
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	<input checked="" type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei		
Lisäselvitykset				
Rakennuksen vuotolima				
Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvalpan ilmanvuotoluvun q50 suunniteltu arvoa. Suunnitteluarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Alle 100 m ² loma-asunnon rakennusvalpan ilmanvuotoluvulle q50 ei ole vaatimusta eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää rakennusvalpan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvona rakennusvalpan ilmanvuotoluvun vertailuarvoa.				
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde				
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Alle 100 m ² loma-asunnon ilmanvaihdon LTO:lle ei ole vaatimuksia eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluarvona LTO:n vuosihyötysuhteen vertailuarvoa.				

- Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämmönläpäisykerroimen laskennassa voidaan ottaa huomioon ryömintätilan ilman ulkolimaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila, jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta. Tällöin osan C4 ohjeen mukaan yksityiskohtaisesti lasketun U-arvon sijaan voidaan käyttää rakenteen U-arvoa kerrottuna kertoimella 0,9. Jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohja lasketaan ulkolimaa rajoittuvana.
- Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan osan C4 mukaisesti laskea yksinkertaisesti kertomalla peikän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.
- Ulko-ovien ja tuuletusluukuihin sisältyvät myös savunpoisto-, ulostyönti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.

Kohteiden lupapiirustukset





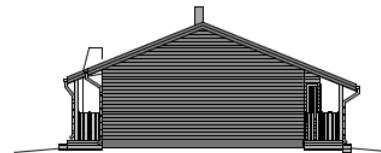
JULKISIVU LUOTEeseen



JULKISIVU LOUNAASEEN



JULKISIVU KAAKKOON



JULKISIVU KOILLISEEN

JULKISIVUMATERIAALIT:

1. VAAKALAUDOITUS, VAALEA
2. NURKKALAUTA, VALKOINEN
3. HUOPA, MUSTA
4. BETONI, HARMAA

VESIKATON TURVAVARUSTEET
RakMK F2 MUKAAN

[illegible]

